

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-207549

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

G06T 5/20  
H04N 5/232

(21)Application number : 11-004216

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 11.01.1999

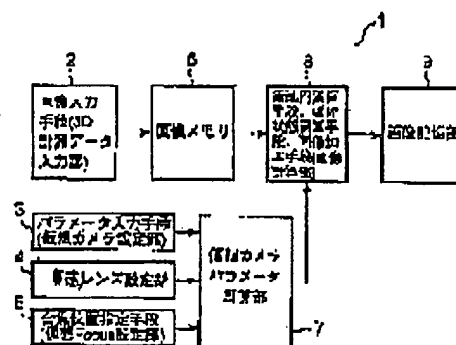
(72)Inventor : MIHARA TAKASHI

## (54) IMAGE PROCESSOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain improvement in the quality of a digital camera by finding the blurring state of an image from a parameter inputted by a parameter input means and adding a blurring effect to an image inputted by an image input means corresponding to that found blurring state.

**SOLUTION:** An image input means 2 stores single physical data, which have depth information for the unit of a two-dimensional color tone data of the image, in an image memory 6. Besides, respective set values are inputted from a parameter input means 3, a quality or lens setting part 4 and a focal position designating means 5 to a virtual camera parameter conversion calculating part 7. Then, input data from that image memory 6 and a virtual camera parameter from the virtual camera parameter conversion calculating part 7 are inputted to an image calculating part 8, the blurring state of the image is operated and corresponding to that blurring state, the blurring effect is added to the image inputted by the image input means 2.



\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An image processing device comprising:

An image input means which is an image processing device which adds the dotage effect according to a focusing state to a captured picture supposing the characteristic of a virtual imaging optical system, and incorporates picture information including distance information to each portion of a photographic subject.

A parameter input means to input a parameter which can derive an effective diameter and a focal distance of an assumed imaging optical system.

A focusing position setting means which specifies a focusing position of an imaging lens assumed [ above-mentioned ].

Distance information inputted by a described image input means, and a focusing position specified by the above-mentioned focusing position setting means, An image processing means which fades in a picture inputted by a described image input means from a parameter inputted by the above-mentioned parameter input means corresponding to a dotage state searched for by dotage state calculating means which searches for a dotage state, and the above-mentioned dotage state calculating means, and adds an effect.

[Claim 2]An image processing device comprising:

An image input means which is an image processing device which fades to a captured picture and adds an effect, and incorporates picture information including distance information to each portion of a photographic subject.

An image processing means which adds the dotage effect by overwrite in order from a portion of a picture which has distant distance information in a picture inputted by a described image human power means.

[Claim 3]An image processing device comprising:

An image input means which is an image processing device which fades to a captured picture and adds an effect, and incorporates picture information.

The 1st operational mode that fades in a part of picture inputted by a described image input means, and adds an effect.

An image processing means with the 2nd operational mode that fades into both the remaining image portion and adds an effect.

A displaying means which can display a picture which added a switching means which can be switched to the 2nd operational mode of the above from the exterior, and dotage from the 1st operational mode of the above for operational mode of a described image processing means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to an image processing device applicable to the digital camera which has high efficiency as a virtual camera, for example. [0002]

[Description of the Prior Art]Recently, with osmosis of a home computer (PC), and highly-efficient-izing of PC, the digital camera for \*\*\*\* intermediary individuals is developed by the camera using the conventional silver halide film, and the comparatively high-class digital camera which moreover carries CCD over 1 million pixels is also sold.

[0003]This high definition digital camera is copied to the high definition display device more than VGA, or is copied to the large-sized printer more than A4, and is the best for the use to enjoy.

[0004]Simultaneously, the image processing technique used only for a special research use, or movie production and printing operation can realize [ a computer / low cost / home use ] now conventionally with improvement in a miniaturization and low power consumption of computer technology, and image processing capability.

[0005]Conventionally, it miniaturizes, and low power consumption of the computer (CPU) which was expensive and large-sized can be carried out, and it can carry now in the inside of a digital camera.

[0006]In a digital camera, if high definition CCD, for example, 800,000 pixels, and 1,300,000 pixels become small [ to about 1/4 inch ] from 1/2, a lens also becomes small, an F value will be large and a focal distance will become small.

[0007]Even if a digital camera also becomes deep and the depth of focus is not expensive and highly precise AF function a digital camera, the image which the focus had from the neighborhood to a distance is increasingly acquired by this.

[0008]On the other hand, in the digital camera, the problem that only the same picture is

acquired even if who takes has come out.

[0009]namely, -- choosing a diaphragm and shutter speed arbitrarily in the camera using a silver halide film like a comparatively high-class single-lens reflex camera -- Seki, although it was possible to float a prudent object, or to have faded on the outskirts and to have added the taste, Pleasure peculiar to such a photograph is impossible in a small digital camera.

[0010]However, these SUBJECT can be solved by using an image processing technique.

[0011]For example, in "modeling of the dotage characteristic by vision and the both-eyes three dimensional display by it" (Kaneko etc.) of national conference P109-110 of Information Processing Society of Japan in 1990. Doing research which approximates the dotage function in vision to Gaussian distribution in the position of the retina reflected in an eye based on the depth information of a computer image, fades to a computer image, and flavors is indicated.

[0012]It is called filtering processing, a background is obscured using a high-pass filter, and making an image sharp using a low pass filter is well known for the field of computer image processing in the object.

[0013]Here, the FURUTA ring processing by a high-pass filter is equalizing processing which is a means of - \*\* of image processing which averages the sexual desire news of the pixel around an interested pixel, and is transposed to the interested pixel.

[0014]The FURUTA ring processing by a low pass filter is the emphasis processing of contrast.

[0015]In JP,6-118473,A, it calculates inside a camera so that it may fade also with a small camera and the taste may come out, and the function to take out warning, and the proposal which adjusts the distance of a camera so that the dotage taste may come out are made.

[0016]In JP,7-213657,A, input the condition information of image data, depth data, and the camera photoed to the actual conditions, such as an F value and a focal distance, and the virtual imaging parameter which the user set up simultaneously is set up independently, It fades from the input value, a parameter is calculated, and the method of using a low pass filter and a high-pass filter properly, and outputting a new image to an image memory by image processing from the comparison of the dotage taste from a preset value with camera information, such as an F value and a focal distance, is shown.

[0017]The picture picturized in JP,9-181966,A using the imaging lens of the couple which has azimuth difference is inputted, distance information is computed based on the information, and the art which chooses F, f, and the dotage parameter containing any of a focus position they are, fades, and added the effect is indicated.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, although each conventional technique which was mentioned above is the intention to fade by image processing and to add the taste, It was equivalent to what adds filtering processing to the computer graphics which has data of

the conventional depth direction fundamentally, and it was that of \*\*\*\*\* and was insufficient about giving high textures to the image of the deep focus of a future micro digital camera.

[0019]For example, in JP,7-213657,A. Although give which information on F of the actually photoed camera, f, and a focus position, fade using F and f which were set up, and a focus position, the characteristic is calculated, a low pass filter and a high-pass filter are used properly and a new image is made by image processing, Since a actual image fades and it has the characteristic, it is impossible to acquire a sharp image from the state which faded with a low pass filter.

[0020]When using a zoom lens, it is always difficult to give which information on F of a camera, f, and a focus position.

[0021]In order to be dependent on the system and camera to be used, it is not easy for it to be special and to photograph compatibility, either.

[0022]Since a low pass filter and a high-pass filter are faded by proper use, it is impossible to obtain high textures.

[0023]Since input the picture by which the \*\*\*\*\* image pick-up was carried out in JP,9-181966,A in the imaging lens of the couple which has azimuth difference, and distance information is computed based on that information, and that dotage parameter is chosen, it fades and an effect is added, for this request kana intermediary \*\*\*\*, Since the dotage parameter at this time contains any of F, f, and a focus position they are, the information on a camera is required for it too, it is [ that it is incompatible and ] special, and the dotage taste does not give high textures, either.

[0024]Then, as a result of considering SUBJECT which is a long focus of the present digital camera by the artificer of this application, etc. and having examined the high textures, a next-generation function and requirements required for a digital camera are summarized as follows.

[0025]- Cameras are having sufficient pixel number and a high definition of 800,000 pixels or more.

[0026]- The focus be comparatively correct from infinite distance to the neighborhood.

[0027]- There needs to be information on an objective depth direction.

[0028]- In order to remove a noise, be the unit which settled per object.

[0029]- Don't search for any camera information other than a picture and depth information.

[0030]- Consider a field angle and lens information only as the time of setting out of a virtual camera.

[0031]- The textures added by image processing should be a dotage taste, a color, reflectance, etc.

[0032]- The dotage taste is determined based on the lens theory of a camera, and be natural.

[0033]- The dotage taste, a color, reflectance, etc. are adjusted.

[0034]If above SUBJECT is not solved, it will be judged that utilization of the improvement in

textures of a digital camera is difficult.

[0035]That is, in order to fulfill these conditions, realization of the digital camera system which can add textures is desired strongly.

[0036]In light of the above-mentioned circumstances, an object of this invention is to provide the image processing device which can be contributed to realization of the digital camera system which can add textures, such as dotage, by solving above SUBJECT and enabling utilization of the improvement in textures of a digital camera.

[0037]

[Means for Solving the Problem]According to this invention, it is (1) in order to solve an aforementioned problem. The characteristic of a virtual imaging optical system is assumed, An image input means which is an image processing device which adds the dotage effect according to a focusing state to a captured picture, and incorporates picture information including distance information to each portion of a photographic subject, A parameter input means to input a parameter which can derive an effective diameter and a focal distance of an assumed imaging optical system, A focusing position setting means which specifies a focusing position of an imaging lens assumed [ above-mentioned ], Distance information inputted by a described image input means, and a focusing position specified by the above-mentioned focusing position setting means, A dotage state calculating means which searches for a dotage state from a parameter inputted by the above-mentioned parameter input means, An image processing device possessing an image processing means which fades in a picture inputted by a described image input means corresponding to a dotage state searched for by the above-mentioned dotage state calculating means, and adds an effect is provided.

[0038](2) In order to solve an aforementioned problem according to this invention, an image input means which is an image processing device which fades to a captured picture and adds an effect, and incorporates picture information including distance information to each portion of a photographic subject, An image processing device providing in order an image processing means which adds the dotage effect by overwrite is provided from a portion of a picture which has distant distance information in a picture inputted by a described image human power means.

[0039](3) In order to solve an aforementioned problem according to this invention, an image input means which is an image processing device which fades to a captured picture and adds an effect, and incorporates picture information, The 1st operational mode that fades in a part of picture inputted by a described image input means, and adds an effect, An image processing means with the 2nd operational mode that fades into both the remaining image portion and adds an effect, An image processing device possessing a displaying means which can display a picture which added a switching means which can be switched to the 2nd operational mode of the above from the exterior, and dotage from the 1st operational mode of the above for

operational mode of a described image processing means is provided.

[0040]

[Embodiment of the Invention]With reference to drawings, an embodiment of the invention is described below.

[0041](A 1st embodiment) A 1st embodiment of this invention is shown in drawing 5 from drawing 1.

[0042]First, while this 1st embodiment is shown, the principle of this invention shall be explained.

[0043]Drawing 1 shows the composition of the basic technique of this invention, and here, Although the composition of the functional block is shown and any of software/hardware constitutions may be sufficient as this function, when based on a software configuration, Each functional block shall be memorized by the subroutine and the computer readable program storing medium which were object-ized and which is not illustrated as a unit of a command.

[0044]The input output processing section 1 of drawing 1 as the input part of image data or a parameter, a treating part, and an outputting part, It has the three-dimensional (D) measurement data input part 2, the virtual camera set part 3, the set part 4 of textures or a lens, the virtual focus set part 5, the image memory 6, the virtual camera parameter transform calculation part 7, the picture calculation part 8, and picture (record) memory storage 9 grade.

[0045]Here, the 3D measurement data input part 2 means the image input means 2 as only physical-properties data which had depth information in the two-dimensional tone data unit of a picture, the virtual camera set part 3 means the parameter input means 3, and the virtual focus set part 5 means the focusing position setting means 5.

[0046]The input output processing section 1 has the means and the function to input each preset value from the parameter input means 3, the set part 4 of textures or a lens, and the focusing position setting means 5, based on the physical-properties data from this image input means 2.

[0047]This image input means 2 could equip with the actual measuring camera, and the video information of an analog may be sufficient, and compressed data may be sufficient as it, and it has pointed out the suitable interface means.

[0048]the user according to a picture as much as possible although a keyboard or a mouse may be sufficient as the parameter input means 3, the set part 4 of textures or a lens, and the focusing position setting means 5 -- it is desirable that it is FRIENDLY composition.

[0049]Although the image memory 6 is a memory memorized temporarily and has not described the picture input data from the image input means 2 here, it may have an interface circuit for defrosting of the image data compressed into the preceding paragraph of the image memory 6, data conversion, etc.

[0050]The virtual camera parameter transform calculation part 7 is a part which carries out



transform calculation of the parameter input means 3, the set part 4 of textures or a lens, and the parameter of the virtual camera from focusing position setting means 5 grade.

[0051]The picture calculation part 8 has a circle-of-confusion calculating means, a dotage state calculating means, and an image processing means, Predetermined computations, such as a circle-of-confusion operation later mentioned using the virtual camera parameter from the input data from the image memory 6 or the virtual camera parameter transform calculation part 7, a dotage state operation, and image-processing processing, are performed.

[0052]The technique and algorithm which realize the means and function of this virtual camera parameter transform calculation part 7 and the picture calculation part 8 are the most important portion of this invention.

[0053]Although the image memory 6 may be omitted, the picture (record) memory storage 9 is the composition of storing the result calculated by the picture calculation part 8.

[0054]A deterministically different portion from the conventional example in this composition is explained.

[0055]"First, JP,7-213657,A, camera information, such as image data, depth data, an F value, and a focal distance, is inputted from a camera, Set up a virtual imaging parameter independently, fade from the input value, and a parameter is calculated, It is the method of using a low pass filter and a high-pass filter properly, and outputting a new image to an image memory by image processing from comparison of the dotage taste of the actual condition from a preset value with camera information, such as an F value and a focal distance, and a calculation result."

[0056]That is, it is the composition which inputs an image including the present conditions and dotage state of a camera, and newly makes an image in comparison with the conditions of a virtual camera.

[0057]JP,9-181966,A is "the method of inputting the picture picturized using the imaging lens of the couple which has azimuth difference, computing distance information based on the information, choosing F, f, and the dotage parameter containing any of a focus position they being, fading, and adding an effect."

[0058]In this case, it is the composition of adding new photography conditions to the state of the present photograph containing the setups of a camera, performing image processing, and taking out the dotage taste.

[0059]By this invention, following composition and effects are realized to these conventional examples.

[0060]- It is only the image data photographed as video information with the three-dimensional measuring camera including a picture.

[0061]- Set up virtual cameras, such as an F value, a focal distance, a diaphragm value, for the first time in the system of this invention.

[0062]- The performance of the lens by which a dotage state is characterized, the dispersion property of the color of a lens, the dispersion property of the atmosphere at that time, etc. can set up the dotage state function by distance, etc. suitably.

[0063]- Finally a user doubles a focus with the object used as a target, and it becomes possible to enjoy a virtual camera.

[0064]Next, the fundamental view of this invention is explained using drawing 6 from drawing 2.

[0065]Here, the radius (circle of confusion) of dotage when a focus is doubled with a certain position is estimated as a near value, and the characteristic is obtained.

[0066]Drawing 2 shows the image formation state of the object before the focal position of a lens.

[0067]Here, the position of the object with which, as for  $f$ , the focal distance of a lens and  $Z_f$  doubled the focus, the distance of the place where a focal position and  $Z$  are observing  $Z_{fo}$ , the distance by the side of the image formation of the place which  $Z_o$  is observing, and  $D$  consider it as the effective radius of a lens, and let the starting point be the center of a lens.

[0068]Here, in using combining two or more lenses, it assumes that it is a single lens.

[0069]When the radius [ point / of the viewpoint  $Z_f$  at the time of just taking an image formation face from a lens, and doubling a focus with  $Z$  here ] of dotage is set to  $d$ , it is a geometric expression of relations to  $d/(Z_o - Z_{fo}) = D/Z_o$ . -- (1)

$$1/(Z) + (1/f) = 1/Z_o \text{ -- (2)}$$

$$1 / (Z_f) + (1/f) = 1/Z_{fo} \text{ -- (3)}$$

When it \*\*\*\*\* and calculates, it is  $d = D\{(1/Z_f) - (1/Z)\} / \{(1/Z_f) + (1/f)\}$ .

-- (4)

\*\*\*\*\*

[0070]Here, it is  $Z_f < 0$  and  $Z < 0$ .

[0071]When it is intelligible and the absolute value of  $Z_f$  and  $Z$  is taken here, it is  $d = D\{(1/|Z|) - (1/|Z_f|)\} / \{(1/f) + (1/|Z_f|)\}$ . -- (5)

\*\*\*\*\*

[0072](a) of drawing 3 actually calculates this relation, and quantifies and shows it.

[0073]Here, an  $f = 50$ -mm lens is assumed, and the value which calculated the focal position by three points ( $Z_f = 0.3$ m and 1m and 10m) is table-ized, and is shown.

[0074](b) of drawing 3 graph-izes this calculation result, and shows it.

[0075]Here, when a circle of confusion will become large extremely if a lens approaches 20 cm or less, and it sets up far away enough, it turns out that  $d/D$  is decreasing asymptotically.

[0076]Next, a distant place is considered from the position whose focus suited.

[0077]In this case, it becomes an image formation relation as shown in drawing 5.

[0078]By easy geometry, it is  $d/(Z_{fo} - Z_o) = D/Z_o$ . -- (6)

$$d=D\{(1/Z)-(1/Zf)\}/\{(1/Zf)+(1/f)\}$$

-- (7)

\*\*\*\*\*

[0079]Here, it is  $Zf < 0$  and  $Z < 0$ .

[0080]When it is intelligible and the absolute value of  $Zf$  and  $Z$  is taken here, it is  $d=D\{(1/|Zf|) - (1/|Z|)\}/\{(1/f) + (1/|Zf|)\}$ . -- (8)

\*\*\*\*\*

[0081](a) of drawing 4 actually calculates this relation, and quantifies and shows it.

[0082]Here, an  $f = 50$ -mm lens is assumed, and the value which calculated the focal position by three points ( $Zf = 0.3$ m and  $0.6$ m and  $2$ m) is table-ized, and is shown.

[0083](b) of drawing 4 graph-izes this calculation result, and shows it.

[0084]Here, if a few is left in the case of  $Zf = 0.3$ m, while dotage will be expanded rapidly, when a focus is doubled with a  $2$ -m distant place, it turns out that dotage does not spread.

[0085]For example,  $Zf =$  in the case of  $0.3$  m, the radius  $d$  of a circle of confusion reaches 10% of  $D$  at  $0.6$  m, the twice, and the back expands to 20% asymptotically.

[0086]On the other hand, in the case of  $Zf = 0.6$ m, at least  $1.2$  m, the twice, is 5% of  $D$ , and  $d$  expands it to 10% asymptotically.

[0087]The actual state of dotage appears, after (a) of drawing 3, (b), and (a) of drawing 4 and (b) have combined.

[0088]Drawing 6 shows this situation.

[0089]Here,  $d$  rapidly expanded for a short distance when  $Zf$  was made into the distance with which the focus was doubled falls rapidly to  $Zf$ , and by  $Zf$ , if it becomes the minimum and  $Zf$  is exceeded, it will expand again rapidly to the twice of  $Zf$ , and will expand asymptotically after that.

[0090]The value of  $d$  is calculable by such a quantitative analysis type.

[0091]Thus, the size of the circle of confusion  $d$  of dotage can be set up virtually.

[0092]Specifically, it is the focal distance  $f$ , effective caliber  $2D$ , or  $2D = f/F$  of a lens. -- (9)

It can determine in the  $f$  number and the distance with which the focus to set up is doubled using a \*\* type.

[0093]That is, in this parameter, the information on a camera that the depth direction of a picture is taken is not contained at all.

[0094]This is composition different deterministically [ JP,7-213657,A ].

[0095]That is, in the camera by JP,7-213657,A, only a picture and depth information are incorporated and setting out of subsequent camera conditions is performed only within an image processing device.

[0096]Although the size of the circle of confusion  $d$  of dotage was considered by this invention, when expressing the actually natural dotage taste and depth perception, it is important to

decide the form of PSF (Point SpreadFunction) where dotage is expressed.

[0097]Drawing 6 shows the dotage characteristic PSFn in the side near the lens experientially said with the common lens, and the dotage characteristic PSFf in a distant place.

[0098]Drawing 7 shows the explanatory view of the PSF characteristic.

[0099]Here, although (a) of drawing 7 is PSF in the Zfo side in the case of being nearer than Zf, it is in the tendency for the light volume of a periphery to increase generally.

[0100]Although (b) of drawing 7 is PSF which a distant image makes rather than Zf, generally the shape of this PSF also changes greatly with lenses.

[0101]Here, although the astigmatic chisel was considered, a coma aberration and a chromatic aberration come out actually, and it becomes complicated.

[0102]However, it is thought that expressing dotage automatically most sensuously is based on astigmatism without a coma aberration or a chromatic aberration.

[0103]Since this astigmatism is symmetrical radially, if a concave as used a convex shape as shows this function form to (b) of drawing 7 as A type here and shown in (a) of drawing 7 is used as B type, If it indicates by a power function and is A type, it is  $gb(r) = Gb$

$$(a_0 + a_1 r + a_2 r^2 + a_3 r^3). \text{ -- (10)}$$

$$\text{If it is B type, it is } gb(r) = Gb (1 - b_1 r - b_2 r^2 - b_3 r^3). \text{ -- (11)}$$

Here, the range of  $-d \leq r \leq d$  outside is 0, and it is standardized by G so that the spatial capacity may be set to 1.

[0104]Each coefficient is a coefficient which shows the form.

[0105]Drawing 8 shows the flow of actual processing.

[0106]Image data is inputted in a step (S1).

[0107]Although it has depth information although black and white and a color may be sufficient as this image data, and it is a pixel unit desirably, a block unit may be sufficient as it and an object unit may be sufficient as it.

[0108]When compressed, thawing treatment is performed, it is made bit map format, and the picture is once stored in the image memory 6.

[0109]Characteristic setting out of a lens is performed in a step (S2).

[0110]Usually, this processing can omit setting out by a user by setting up the default value.

[0111]Here, the characteristics of a lens are a dotage function, a kind of aberration, etc.

[0112]A camera parameter is set up in a step (S3).

[0113]Here, a camera parameter means diaphragm information when a lens is set up, and the information on zoom.

[0114]In a step (S4), the focal information at the time of photography is set up.

[0115]That is, it is set up here where a focal distance is set up and with which position on a screen a focus is doubled.

[0116]In a step (S5), it fades from the distance information of a picture based on the preset value of a step (S2) to a step (S4), a function is calculated as follows, and the dotage state according to distance is added to image data.

[0117]- Determination of D.

[0118]- Investigate the relation of the coordinates of a focus and an object.

[0119]\*\*(5) Calculate size d of a circle of confusion using a formula and (8) types.

[0120]- Although a dotage function is expressed using (10) or (11) types, a numerical function may be sufficient as this function.

[0121]- Fade and distribute the RGB intensity of each pixel using a function.

[0122]- Calculate the dotage states of all the picture.

[0123]A calculation result is expressed as a step (S6) on the screen which is not illustrated.

[0124]Decision processing is performed based on the display on a screen, in a step (S7), if it is O.K., a picture is stored in the image storage 9, but in being NG, it returns from a step (S1) to a step (S4).

[0125]According to this invention, from the above procedure and composition, the image processing device which can be contributed to realization of the digital camera system which can add textures is realizable by solving conventional SUBJECT and enabling utilization of the improvement in textures of a digital camera.

[0126]This procedure is an example, turn may change, and a part may overlap, for example so that a step (S4) and a step (S3) may be set up together.

[0127]The conversion process of the actual picture of a step (S5) may be calculated per pixel, may calculate a dotage function beforehand, and may make a look-up table, for example, may perform matrix calculation.

[0128]Drawing 9 shows an example of this calculation.

[0129]In a step (S11), the color picture of RGB which includes depth (Z) information in each pixel unit is inputted.

[0130]In a step (S12), dispersion doubled with devices, such as a memory and CCD, is performed.

[0131]Usually, since it is dispersed as digital information in many cases at the input time of a step (S11), an interested (it calculates) field angle is decided in that case, and it is dispersed in it.

[0132]Setting parameters are inputted in a step (S13).

[0133]In a step (S14), D, Zf, and f are extracted from setting parameters.

[0134]In this case, f computes D from lens information using an F value to (9) types.

[0135]In a step (S15), calculation is started by each pixel (i).

[0136]First, the cell to start is chosen and d is calculated from Z value of D of a step (S14), Zf, f, and each pixel.

[0137]In this case, since two  $d$  is computed from the relation between  $Z$  and  $Z_f$ , this is prepared as  $d_1$  and  $d_2$ .

[0138]That is, when the absolute value of  $Z$  is smaller than  $Z_f$ ,  $d_1$  is used, and  $d_2$  shall be used when the absolute value of  $Z$  is larger than  $Z_f$ .

[0139]In a step (S16), the dotage function acquired with the lens characteristic is prepared.

[0140]With the convex function which is A type mentioned above,  $g_a$  obtained from  $a_1$  using  $a_3$  grade is used for this, and  $g_b$  obtained from  $b_1$  using  $b_3$  grade is used for it by the concave function which is B type mentioned above.

[0141]In using for distance the function which is not in dependence, it shall calculate at the time of a step (S13).

[0142]In being dependent on the difference of  $Z$  and  $Z_f$ , it shall calculate each time.

[0143]In a step (S17), the dotage state in  $j$  point by  $R_i$  is calculated.

[0144]In this case,  $g$  shall be in the convex function which is A type which the dotage state mentioned above, or the concave function which is B type mentioned above, and shall kick  $g_a$  and  $g_b$  by \*\* like a step (S16).

[0145]Usually, with the convex function which is A type mentioned above when closer to a lens than  $Z_f$ , in being far, it shall use the concave function which is B type mentioned above.

[0146]In this case, since  $g$  is standardized as mentioned above, the value which integrated  $R_i$  to the value decided by distance of the coordinates of  $i$  and  $j$  turns into a value of  $j$ .

[0147]Although only  $R$  was shown here, it shall carry out similarly about  $G$  and  $B$ .

[0148]It shall return to a step (S15) and this procedure shall be performed by all the pixels.

[0149]In a step (S18), since the dotage states of a certain point  $j$  are all the ranges which the dotage function of  $i$  point attains to, they are given by the sum of  $R_{ji}$  about  $i$ .

[0150]It ends in a step (S19).

[0151]By the above technique, the picture which added high dotage of impact etc. very automatically is acquired.

[0152]However, some SUBJECT also occurs in detail.

[0153](a) of drawing 10 shows the - \*\*, and it is the "fogging" between the objects by the turn of processing.

[0154]Here, in the trees 11 of the near person image 10 and distant place, a focus is doubled with a person, and although it is the example which added dotage to the trees 11, dotage of the trees 11 is fogging also to the person 10.

[0155]This is a "fogging" which produces processing since it processed in the trees 11 direction from the person 10.

[0156](b) of drawing 10 shows the means of solution of this "fogging."

[0157]That is, as shown in (b) of drawing 10, it is adding expression which divides into the object unit from which the depth differs first, places, fades in the object unit, and includes a

state.

[0158]In this case, a clear context can be given between each object by processing in an order from the object 12 with the deeper depth, and performing processing which overwrites the person 10 on it.

[0159]And when piling up an object when [ it ] it differs from adding sexual desire news in this case for dotage or expression, it is necessary to change the method of addition. For example, when the object 10 close to - is focused, the sexual desire news of the distant place of the pixel is thrown away, and it transposes to the color of a near new object.

[0160]- When the near object 10 is not focused, if required, carry out the rarefaction of a part of periphery, and add the color showing the dotage state of the object of a near object new to distant sexual desire news of the pixel.

[0161](c) of drawing 10 shows other solving means.

[0162]That is, since it has depth information per pixel as shown in (c) of drawing 10, it is processing from a pixel with a big absolute value of Z.

[0163]In this example, processing is most carried out from a distant pixel by the object 12 of a mountain, and the trees 11 and the person 10 are processed in order. When the near object 10 is focused also in this case, the sexual desire news of the distant place of that pixel is thrown away, and it transposes to the color of a near new object.

[0164]- When the near object 10 is not focused, if required, carry out the rarefaction of the periphery showing the dotage state of the object in part, and add the color of a near new object to the sexual desire news of the distant place of the pixel.

[0165]\*\* -- a part of processing [ like ] is necessity.

[0166]It is the figure shown in order that drawing 13 may explain the concrete processing in a 1st embodiment from drawing 11.

[0167]Although this is an image in the screen of a actual computer, the liquid crystal display of a camera may be sufficient as it.

[0168]Drawing 11 is an example of the screen which sets up the characteristic of a lens first.

[0169]The user takes care not to set up the information on a lens by putting in the default value beforehand.

[0170]Three, a lens, aberration, and a dotage function, are set up in this example.

[0171](a) of drawing 11 is Screen 13 which sets up a lens.

[0172]In this case, a lens shall choose either the single focus 16 or the zoom 17 first.

[0173]And when a single focus lens is chosen, the f value 18 is put in, and when zoom is chosen, the f value of Max and Min is put in, but this may be put in numerically and it may be made to choose it.

[0174]Next, the caliber 19 of a lens is put in similarly.

[0175](b) of drawing 11 is a screen which sets up aberration.

[0176]First, it changes to the screen which sets up aberration by clicking the tag 20 of aberration.

[0177]It enables it to have chosen either the astigmatism 21 the coma aberration 22 or the chromatic aberration 23, and enables it to have chosen the kind here in the case of the coma aberration or the chromatic aberration.

[0178]If it enables it to have chosen the grade of the gap of the center if it is a coma aberration, and it is a chromatic aberration, it enables it to have chosen the strength of ingredients, such as red and blue, and the aberration of those.

[0179]Although volume etc. may be used for this strength, it may be made to give the filter effect with the button of the special effects 24.

[0180]For example, if a diaphragm is extracted in the case of a single-lens reflex camera, the polygon (hexagon) of this diaphragm works as a filter, and strong reflection will become this polygon and will appear on a screen.

[0181]Such an effect and the case where a free filter is used for user itself can be assumed.

[0182]It can make it possible to acquire two or more effects simultaneously about setting out of each of this aberration.

[0183]For example, \*\* BE \*\* and those effects can come out astigmatism and a coma aberration simultaneously.

[0184]Although the coma aberration was chosen from some set-up patterns, it may enable it to set the parameter of a coma aberration for user itself here.

[0185](c) of drawing 11 shows the function to set up the form of a dotage function (Point Spread Function), i.e., the unit spread function within a circle of confusion.

[0186]Here, although only the most important astigmatic setting out is shown, it is possible to take the same technique also about a coma aberration or a chromatic aberration.

[0187]Here, far dotage is shown as \*\*\*\*\* 27 by making near dotage into \*\*\*\*\* 26 rather than the focal agreement position.

[0188]As a value of initial setting, although, as for \*\*\*\*\* , the value in which the central part is smaller than the circumference, and \*\*\*\*\* shall set up the value with a larger center as a convex function than the circumference by a concave function, this is the characteristic of a lens and can be changed freely.

[0189]Here, except for restrictions of the point that it is circular symmetry since the radius of the circle of confusion which a computer determines is astigmatic, a user can set up freely.

[0190]If a user specifies and drags the value of the radius (r) direction using a mouse, it will be made to be freely changed, although a number may be put in about the method of setting out.

[0191]However, the integral value of a function is standardized so that it may become fixed.

[0192]The function on a screen may differ from the actual calculative function.

[0193]In order to complain of a function form to intuition,  $G(r)$  may be sufficient,  $G(r)/r$  may be



sufficient, and  $G(r)/r^2$  may be sufficient.

[0194]Drawing 12 shows the parameter setting (Step S3) of a virtual camera and focal position setting out (step S4) which were shown in drawing 8.

[0195]It enables it to set it as simplification and a user on a single screen here for the ease of using.

[0196]In this case, the user can set up F value 28 and the focal position 29 by adjusting volume (28, 29) in this example.

[0197]For example, if you would like to emphasize the dotage taste, an F value will be small set to 1.4.

[0198]If this value is set up, using the f value set up beforehand, D will be calculated using (9) types and it will be applied to (5) types and (8) types.

[0199]Here, the image shown in drawing 12 is a screen for a monitor which is not illustrated.

[0200]Since calculation becomes huge and time is taken until a result comes out when all the pixels are used as a screen for this monitor, a part of all the pixels shall be used.

[0201]For example, when an image is 480x640 of VGA, thin this out to one fifth and it is referred to as 96x128, and this screen is quadrisected, for example (30).

[0202]The 2nd and the 4th phenomenon take out the image before processing among this quadrisection, and the 1st and 3rd phenomenon takes out the image after processing.

[0203]If it is this pixel number, it can calculate in real time mostly and change can be checked in an F value or a focal position.

[0204]This virtual camera can related completely determine an F value and a focus as a actual camera freely.

[0205]If setting out is completed as mentioned above, calculation of all the pixels will be started, a result will be displayed by operation of the complete button which is not illustrated, and printing and the memory to the memory storage 9 will be made by it if needed.

[0206]Drawing 13 shows the example of the last image acquired with the parameter determined eventually in this way.

[0207]Thus, as for the person 10 who doubled the focus, the spherical and natural dotage taste has come out of the trees 11 moderately distinctly again.

[0208]This dotage taste can be freely changed by changing the form of an astigmatic dotage function, as mentioned above, and since the size of this dotage taste is based on lens theory, it is natural, and that extent is based on the character of a lens.

[0209]in this case -- a comparatively sharp lens -- a gauss -- it is functional, and a bright portion becomes spherical [ a soft lens ] and the taste comes out.

[0210]If a coma aberration is put in, the image of a periphery comes to flow into the circumference, it becomes a natural image which human being's vision catches comparatively, and this influence can also be set up freely.

[0211]Since the effect changes with physical development by depth perception especially, it is very natural.

[0212]Although the place whose focus does not suit by dotage is in red or the situation shifted to blue, this phenomenon of the chromatic aberration is also visually natural, and it can acquire many effects.

[0213](A 2nd embodiment) Drawing 14 shows a 2nd embodiment.

[0214]this 2nd embodiment -- a fundamental concept and constitution method are the same as that of a gestalt with the 1st operation.

[0215]Drawing 14 is an embodiment for drawing 12 mentioned above, and is the embodiment which strengthened the user interface.

[0216]Here, at a 1st embodiment, although it is made to position a focus with a volume, since he is trying to already have distance information per pixel, if it is set as a place to double a focus with, the \*\* distance should become clear by a 2nd embodiment.

[0217]In this example, although an F value is set up in volume, the focus is doubled with the person's 31 head.

[0218]Then, the depth information of the position of the head is calculated, Z is decided, the position 29 of the volume of the lower part of drawing 14 moves automatically, and a focal position is decided.

[0219]Since there is that error per pixel, it may be made to average the distance of the specified neighborhood of a point, and may set up carry out this radius and number of pixels to average separately.

[0220]Thus, if setting out is completed, calculation of all the pixels will be started, a result will be displayed by operation of the complete button which is not illustrated, and printing and the memory to the memory storage 9 will be made by it if needed.

[0221](A 3rd embodiment) Drawing 15 shows a 3rd embodiment.

[0222]The fundamental concept and constitution method of this 3rd embodiment are the same as that of a 1st embodiment.

[0223]Drawing 15 is the embodiment which strengthened the user interface at the time of having a zoom function.

[0224]Here, in a 1st embodiment, the zoom 32 is what determined the focal distance of the lens, and when \*\*\*\*\* is this drawing 15, it is an example currently made as [ perform / in the upper part of a screen / setting out 32 of zoom ].

[0225]Here, what set up the maximum and the minimum of the focal distance by lens setting out is displayed.

[0226]If the rate of a zoom ratio is changed, it may be expanded and displayed to the center, but he uses a mouse etc. for the object 31 to double a focus with first, and is trying to specify it as it by drawing 15 here so that a field angle to see in the whole can be specified.

[0227]A focal position is decided by this using the distance of an objective specification pixel (or average value of some pixels).

[0228]Then, the outer frame 40 which suited that field angle appears by raising zoom magnifying power, it is made as [ display / an attention field angle ], and the focal position is made as [ appear / on the volume 29 ] in this example.

[0229]Since expression including a dotage state will be decided if F value 28, the zoom 32, and the focal position 29 are decided, an image is processible.

[0230]With a center position, the field 30 divided automatically appears and a processing condition understands this.

[0231]Here, 33 is enlarging buttons, 34 is a whole button, by operation of the enlarging buttons 33, the outer frame 40 whole appears on a screen, and the state of zoom can be known.

[0232]It is processible by seeing the whole expansion and zoom front by operation of the whole button 34.

[0233]Thus, if setting out is completed, calculation of all the pixels will be started, a result will be displayed by operation of the complete button which is not illustrated, and printing and the memory to the memory storage 9 will be made by it if needed.

[0234](A 4th embodiment) Drawing 16 shows a 4th embodiment.

[0235]Although the fundamental concept and constitution method of this 4th embodiment are the same as that of a 1st embodiment, he is trying to set up the characteristic of a coma aberration in this embodiment in the case of setting out of a lens characteristic.

[0236](a) of drawing 16 shows the characteristic and the mode of expression of a coma aberration, and 35 shows the characteristic of the coma aberration.

[0237]Here, although the coma aberration expresses distortion of the shape of radiation of an image when an image separates from the center of a lens, it expresses the aberration in the distance  $r$  which is separated from the center.

[0238]That aberration is expressed with the parabola which used the main position (interested pixel) as the focus in order to express the state where it is radiately extended toward outside from the center, and is radiately extended from the center like 35 as this embodiment.

[0239]This is expressed with the quadratic curve to this  $rv$ , when a line is drawn at the center of a screen from that pixel, that normal line direction is set to  $r$  and it makes it  $rv$  perpendicularly, but it is approximated with a function which is closed in the distance  $d$  in the  $rv$  direction.

[0240]Here, although it is the circle of confusion 36 which is simplified more and makes  $d$  a radius as other examples and the method of giving the dotage function as astigmatic is the same as (a) of drawing 16, as shown in (b) of drawing 16, only  $ro$  has the \*\* methods from an interested pixel in the center of the circle of confusion 36.

[0241]In this case, although it may be made to give  $ro$  by default, it may enable it to set up by

the user side.

[0242]It is a function of  $r$ , it is a linear function of  $r$  fundamentally, and this  $r_0$  is so large that it goes outside.

[0243]This coma aberration becomes the image that the circumference of a screen flows toward the circumference.

[0244]Generally, although a lens is designed reduce this coma aberration, since it is close to the feeling seen by human being's eye, the image expressions of very high quality are possible by attaching a coma aberration virtually like this embodiment.

[0245]Like [ if the circumference of an image is obscured, it is not only, and ] this embodiment, depth information is considered and the very natural image expressions near human being's visual sensation become possible with the combination of the depth, dotage, and other aberration.

[0246]In this embodiment, the variable  $r$  of PSF is changing in the range of size  $d$  of a circle of confusion.

[0247]However, the necessity of changing within the limits of  $d$  does not have the variable  $r$ , and in short, by a big circle of confusion, by a small circle of confusion, the range which the variable  $r$  of PSF can take also corresponds, it becomes large, and the range which the variable  $r$  can take corresponds, and should just not necessarily become narrow.

[0248](A 5th embodiment) Drawing 17 shows a 5th embodiment.

[0249]Although the fundamental concept and constitution method of this 5th embodiment are the same as that of a 1st embodiment, he is trying to set up the characteristic of a chromatic aberration in this embodiment in the case of setting out of a lens characteristic.

[0250]Drawing 17 shows the characteristic and the mode of expression of a chromatic aberration, and (a) of drawing 17 shows the size of the dotage function decided by the radius  $d$  of the circle of confusion 37 as the example.

[0251]Although 38 is an inner circle, among these the color inside the circle 38 is the main pixel itself, external  $d$ -delta emphasizes red in the example of (b) of blue and drawing 17 in the example of (a) of drawing 17.

[0252]Redness requires the circumference of a screen or this chromatic aberration becomes the image which required blueness.

[0253]Generally, although a lens is designed reduce this chromatic aberration, since it is close to the feeling seen by human being's eye, the image expressions of very high quality are possible by attaching a chromatic aberration virtually by this embodiment.

[0254]If the circumference of an image is obscured, there is only nothing, and in this embodiment, depth information is considered and the very natural image expressions near human being's visual sensation become possible with the combination of the depth, dotage, and other aberration.

[0255](A 6th embodiment) Drawing 18 shows a 6th embodiment.

[0256]Although the fundamental concept and constitution method of this 6th embodiment are the same as that of a 1st embodiment, he is trying to set up the characteristic of the chromatism in the atmosphere in the case of setting out of a lens characteristic.

[0257]If atmospheric chromatism is original, it is not the characteristic of a lens, but it can direct the completely same effect by setting up as the characteristic of a lens.

[0258]Here, when an atmospheric state completely changes with time and places, for example, it goes to the mountain of fine weather, etc., there are many ultraviolet rays and, as for a distant place, blueness looks strongly.

[0259]Many polarization components may be included depending on the direction of the sun and \*\*\*\* of a lens.

[0260]On the other hand, near a horizon or the horizon, when redness comes out strongly by the dispersion property of the dust in the atmosphere, it becomes an image of evening glow or a morning glow.

[0261]Drawing 18 shows the atmospheric characteristic and mode of expression of chromatism, and (a) of drawing 18 is an example of a red shift.

[0262]It emphasizes a red field, in being more than the depth with distance.

[0263]Here, although he is trying to set up the threshold  $Z_{th}$  of  $Z$ , the method of increasing a red shift amount with the size of  $Z$  gradually may be used.

[0264](b) of drawing 18 is an example of a blue shift.

[0265]It emphasizes a blue field, in being more than the depth with distance.

[0266]Here, although he is trying to set up the threshold  $Z_{th}$  of  $Z$ , the method of increasing a blue shift amount with the size of  $Z$  gradually may be used.

[0267]By this, natural depth perception can be later added by this embodiment.

[0268]Generally, although it improves more than appearance and scenery photographs photo distant contrast and color using a polarizing filter in many cases, as for the distant image, quality has deteriorated actually.

[0269]According to this embodiment, an image is easily improvable with simulations, such as a fine day, a cloudy day, and the evening.

[0270]By incorporating a depth direction especially, a natural expression is possible and he can enjoy himself with combination with other dotage states.

[0271](A 7th embodiment) Drawing 19 shows a 7th embodiment.

[0272]Although the fundamental concept and constitution method of this 7th embodiment are the same as that of a 1st embodiment, they show other embodiments of a data input means.

[0273]Although it presupposed input data that it has depth information per pixel in a 1st embodiment, At present, both the depth and a picture can be taken correctly and at high speed like the usual camera, and it is not so easy to constitute a cheap camera, and it is expensive or

requires time for acquisition.

[0274]Generally, the active method and the passive method are used for data input.

[0275]The active methods are the interference measurement by laser, an optical cutting method, a moire method, etc., and since they are the methods of hitting and measuring light etc. on an object positively, measurement becomes large-scale or they require time for taking together with picture information.

[0276]The passive method is the method of measuring using the picture included in a camera, and there are stereo \*\*, watching with many eyes, a phase contrast method, etc.

[0277]As a camera, although the direction of the passive method is an ideal, there is a problem of the accuracy of measurement not falling, in being dark, or distance not being uniquely decided depending on an image.

[0278](a) of drawing 19 is one embodiment of a 7th embodiment.

[0279]Here, it may not be the depth information of a pixel unit and may be a case where the distance information of a certain object unit is inputted, and a pixel unit may be sufficient as the depth and a certain settled area unit may be sufficient as it.

[0280]in this case, an object near [ although it divides into the person 10, the tree 11, and the mountain 12 and he is trying to have depth information, respectively ] when measuring by the active method -- a distant object and background may be photoed comparatively independently and the distance information of an object unit may be inputted -- it may carry out and the method of measurement may change with objects.

[0281]Also in the case of the passive method, it is the same, but when only by stereo matching per object, and judging an object from two or more physical quantity, such as a color and a texture, it is a preparation means of important data.

[0282](b) of drawing 19 is the example simplified more.

[0283]In this case, the depth information of - \*\* is assigned in a certain settled object unit like animation.

[0284]this example -- the person 10, the trees 11, the mountain 12, and the empty 39 -- respectively -- as tabular -- Z1, Z2, Z3, Z4, and \*\* -- it has the same information per object like.

[0285]In the case where the depth is measured with the metering device simplified dramatically, and the case of the two or more on a measurement screen, this is applied.

[0286]The measurement can apply the software which performs this embodiment by adding depth information later, also when carrying out segmentation of the object only by logging which met the intention of a shade, a color, or a user in the two-dimensional picture without carrying out.

[0287]In this case, logging of a screen and setting out of the depth of an object unit may be included in the software which performs this embodiment.

[0288]And the invention as shown as the following additional remarks (1) thru/or (26) in

addition to claim 1 shown in the claim thru/or 3 is included in this invention shown by an embodiment which was mentioned above.

[0289]Additional remark (1) It is an image processing device which adds the effect which is equivalent to the dotage according to a focusing state to the captured picture supposing the characteristic of a virtual image pick-up \*\*\*\* system, The image input means which incorporates picture information including the distance information to each portion of a photographic subject, A parameter input means to input the parameter which can derive the effective diameter and focal distance of the assumed imaging optical system, The focusing position setting means which specifies the focusing position of the imaging lens assumed [ above-mentioned ], The distance information inputted by the described image input means, and the focusing position specified by the above-mentioned focusing position setting means, In the range corresponding to the size of the circle of confusion searched for from the parameter inputted by the above-mentioned parameter input means by the circle-of-confusion calculating means which searches for a circle of confusion, and the above-mentioned circle-of-confusion calculating means. An image processing device possessing the dotage state calculating means which fades with a unit spread function (PSF) and searches for a state, and the image processing means which fades in the picture inputted by the described image input means corresponding to the dotage state searched for by the above-mentioned dotage state calculating means, and adds an effect.

[0290]Additional remark (2) The step which is an image processing method which adds the dotage effect according to a focusing state to the captured picture supposing the characteristic of a virtual imaging optical system, and incorporates picture information including the distance information to each portion of a photographic subject, The step which inputs the parameter which can derive the effective diameter and focal distance of the assumed imaging optical system, The step which specifies the focusing position of the imaging lens assumed [ above-mentioned ], and the distance information inputted [ above-mentioned ], An image processing method possessing the focusing position specified [ above-mentioned ], the step which searches for a dotage state by an operation from the parameter inputted [ above-mentioned ], and the step which fades in the picture which inputted [ above-mentioned ] corresponding to the dotage state which the account of the upper searched for, and adds an effect.

[0291]Additional remark (3) The step which is an image processing method which adds the effect which is equivalent to the dotage according to a focusing state to the captured picture supposing the characteristic of a virtual image pick-up \*\*\*\* system, and incorporates picture information including the distance information to each portion of a photographic subject, The step which inputs the parameter which can derive the effective diameter and focal distance of the assumed imaging optical system, The step which specifies the focusing position of the imaging lens assumed [ above-mentioned ], and the distance information inputted [ above-

mentioned ], The account of the upper with the focusing position specified [ above-mentioned ] and the step which searches for a circle of confusion from the parameter inputted [ above-mentioned ] in the range corresponding to the size of the circle of confusion searched for. An image processing method possessing the dotage step which fades with a unit spread function (PSF) and searches for a state by an operation, and the step which fades in the picture which inputted [ above-mentioned ] corresponding to the dotage state which the account of the upper searched for, and adds an effect.

[0292]Additional remark (4) The step which is an image processing method which fades to the captured picture and adds an effect, and incorporates picture information including the distance information to each portion of a photographic subject, An image processing method providing in order the step which adds the dotage effect by overwrite from the portion of the picture which has distant distance information in the picture which inputted [ above-mentioned ].

[0293]The characteristic of a virtual imaging optical system is assumed in an additional remark (5) image processing device, It is a recording medium of the computer readable program recorded in order to add the dotage effect according to a focusing state to the captured picture, The 1st computer readable program means that brings the function to incorporate picture information including the distance information to each portion of a photographic subject to a computer, The 2nd computer readable program means that brings the function to input the parameter which can derive the effective diameter and focal distance of the assumed imaging optical system to a computer, The 3rd computer readable program means that brings the function to specify the focusing position of the imaging lens assumed [ above-mentioned ] to a computer, The distance information inputted [ above-mentioned ], the focusing position specified [ above-mentioned ], and the 4th computer readable program means that brings the function to search for a dotage state by an operation to a computer, from the parameter inputted [ above-mentioned ], A recording medium, wherein the 5th computer readable program means that brings the function to fade in the picture which inputted [ above-mentioned ] corresponding to the dotage state which the account of the upper searched for, and to add an effect to a computer, and \*\* are recorded.

[0294]In an additional remark (6) image processing device, the characteristic of a virtual image pick-up \*\*\*\* system is assumed, It is a recording medium of the computer readable program recorded in order to add the effect which is equivalent to the dotage according to a focusing state to the captured picture, The 1st computer readable program means that brings the function to incorporate picture information including the distance information to each portion of a photographic subject to a computer, The 2nd computer readable program means that brings the function to input the parameter which can derive the effective diameter and focal distance of the assumed imaging optical system to a computer, The 3rd computer readable program



means that brings the function to specify the focusing position of the imaging lens assumed [ above-mentioned ] to a computer, The distance information inputted [ above-mentioned ], the focusing position specified [ above-mentioned ], and the 4th computer readable program means that brings the function to search for a circle of confusion to a computer, from the parameter inputted [ above-mentioned ], It corresponds to the dotage state as for which the account of the upper asked with the 5th computer readable program means that brings the function to fade with a unit spread function (PSF) and to search for a state by an operation in the range corresponding to the size of the circle of confusion which the account of the upper searched for to a computer, A recording medium, wherein the 6th computer readable program means that brings the function to fade in the picture which inputted [ above-mentioned ] and to add an effect to a computer, and \*\* are recorded.

[0295]It is a recording medium of the computer readable program recorded in order to fade to the captured picture in an additional remark (7) image processing device and to add an effect, From the portion of the picture which has distant distance information in the picture which inputted [ above-mentioned ] the function to incorporate picture information including the distance information to each portion of a photographic subject, with the 1st computer readable program means brought to a computer, in order by overwrite. A recording medium, wherein the 2nd computer readable program means that brings the function which adds the dotage effect to a computer, and \*\* are recorded.

[0296]A means to input image data including additional remark (8) depth information, and a means to set the parameter expressing the characteristic of a lens, A focal distance, an F value, a field angle, and a means to set up any of the effective radii they are, An image processing device with a means to calculate expression for the textures of a picture including dotage from a means to set up the distance with which a focus is doubled, the preset value of these virtual cameras, and the depth information of a picture, and a means to memorize this calculation result to an image memory.

[0297]a means to input the picture which has depth information in each pixel unit of the picture of a two-dimensional additional remark (9) -- composition -- the image processing device given in an additional remark (8) characterized by things.

[0298](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 1st embodiment.

[0299](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0300]This virtual camera becomes possible by setting up change of a photographing condition, and the characteristic of a lens about the state of a natural cubic effect, or dotage and textures.

[0301]An image processing device given in an additional remark (8), wherein an additional remark (10) dotage function is a unit spread function (PSF) calculated in a pixel unit from the focal distance of a lens, an F value or a caliber, the distance with which a focus is doubled, and the depth information of a picture.

[0302]An image processing device given in an additional remark (8), wherein a function form is variable and an additional remark (11) dotage function is a concave function determined with a focal position and the distance of the object to calculate, or a convex function.

[0303](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 1st embodiment.

[0304](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0305]This virtual camera becomes possible by setting up change of a photographing condition, and the characteristic of a lens about ideal textures and artificial textures while expressing the state of a natural cubic effect, or dotage and textures.

[0306]By displaying the calculation result using the coarse picture which the additional remark (12) user changed freely the position of the focus specified by an F value and YU 1 THE by volume, and thinned out the picture which carried out human power, An image processing device given [ with the parameter setting which can be checked by interactive mode ] in an additional remark (8).

[0307](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 1st embodiment.

[0308](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0309]This virtual camera becomes possible [ setting up distance to double a focus with by interactive mode, looking at a certain amount of result ].

[0310]An image processing device the additional remark (8) determining a focal position using the depth information of the screen because an additional remark (13) user specifies the position of a screen, and given in (12).

[0311]Specifying the position of the focus on the screen specified by an additional remark (14) user. An image processing device the additional remark (8) having the parameter setting which can check the position of a focus, and specification of an F value by interactive mode by displaying the calculation result using the coarse picture which changed the F value freely by volume and thinned out the inputted picture, and given in (13).

[0312]An image processing device given in an additional remark (8), wherein an additional remark (15) user changes zoom magnifying power by change of f value.

[0313]When setting up additional remark (16) zoom magnifying power, first The central point of zoom, An image processing device given in an additional remark (8) setting up the place with which a focus is doubled, and calculating a dotage state with the expansion on a screen using the center coordinates and the depth information of a point of zoom, or determining a parameter by interactive mode.

[0314](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 2nd embodiment.

[0315](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0316]It is only setting up a place to double a focus with, and this virtual camera doubles a focus with that position, and it becomes possible to set up other cubic effect and textures by interactive mode, looking at the result of certain extent.

[0317]An image processing device given in an additional remark (16) when setting up additional remark (17) zoom magnifying power, wherein display magnification displays the outer frame of the field by which the enlarged display will be carried out without changing.

[0318]Based on the center coordinates of the zoom specified by an additional remark (18) user, expand a screen and the position of the focus on a screen is specified, By deciding the position of a focus and displaying the calculation result using the coarse picture which thinned out the picture which changed the F value freely and inputted it by volume, An image processing device given [ with the parameter setting which can check the center position of a field angle, and specification of zoom magnifying power and an F value by interactive mode ] in an additional remark (8).

[0319](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 3rd embodiment.

[0320](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a \*\*\*\*\* focus, and can constitute a virtual camera.

[0321]This virtual camera sets up a place to double a focus with, and it is only setting up zoom magnifying power, it doubles a focus with that position, zooming of it is possible, and it becomes possible to set up other cubic effect and textures by interactive mode, looking at a certain amount of result.

[0322](Additional remark 19) Image processing device given in an additional remark (8) taking in the influence of a coma aberration which changes with the distance and the directions from the center of a picture, and expressing a dotage state.

[0323](Additional remark 20) Image processing device the additional remark (8) characterized by asking for an unsymmetrical point spread function by the dotage function which shifted the

center position of the radius of a circle of confusion according to the distance from the center position of a picture for the coma aberration, and given in (19).

[0324](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 4th embodiment.

[0325](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0326]It becomes possible [ this virtual camera ] to take in the influence of a coma aberration, and the textures of the picture similar to human being's eye have the feature acquired by a virtual camera.

[0327](Additional remark 21) Image processing device given in an additional remark (8) taking in the influence of \*\*\*\*\*.

[0328](Additional remark 22) Image processing device the additional remark (8) considering a certain range  $d$ -delta as the chromatic aberration region of influence from  $d$  among the symmetrical point spread functions of the radius of  $d$ , and incorporating red aberration or blue aberration, and given in (21).

[0329](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 5th embodiment.

[0330](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0331]This virtual camera becomes possible [ taking in the influence of a chromatic aberration ], and a periphery is tinged with red or it has the feature from which the textures of a picture with the feeling of human being who is tinged with blue are obtained by a virtual camera.

[0332](Additional remark 23) Image processing device given in an additional remark (8) taking in the influence of a shift of the color in the atmosphere.

[0333](Additional remark 24) Image processing device the additional remark (8) emphasizing blue areas or a red region for the color characteristic beyond a certain distance, or attenuating a red region or blue areas, and given in (23).

[0334](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 6th embodiment.

[0335](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0336]This virtual camera becomes possible [ taking in the influence of the chromatism in the atmosphere ], and has the feature from which the textures of a picture with the feeling of a

nature that a distant place is tinged with blue, or the neighborhood of a horizon is tinged with red are obtained by a virtual camera.

[0337](Additional remark 25) Image processing device given in an additional remark (8) characterized for a means to input each pixel, or the depth information and picture information in an area unit as \*\* and pine \*\*\*\*\* by \*\*\*\* in each object unit.

[0338](Additional remark 26) Image processing device given in an additional remark (8) being a set of the object in which an inputted image is not a pixel unit and had a fixed distance by a certain settled object unit.

[0339](Corresponding embodiment of the invention) It is shown in a 7th embodiment.

[0340](An operation and an effect) Only the image data which incorporated the depth information a photograph of was taken on the spot is inputted, and the rest is only the information on the set-up lens, and a position of a focus to double, and can constitute a virtual camera.

[0341]Processing of this invention is given to the picture of the picture which processed the input to this virtual camera using the usual two-dimensional picture, and was produced, the three-dimensional measurement picture acquired in simple and the picture acquired by 3D authoring tool, an animation picture, etc.

[0342]

[Effect of the Invention]According to the invention according to claim 1, the inputted portion of a request of a picture can be made into a focusing state, and dotage of the request corresponding to distance can be added to other portions.

[0343]A picture which is focusing by this on all the screens that were photoed with the compact camera, for example is also processible into the picture which employed efficiently the feeling of dotage which was photoed with the high-class single-lens reflex camera.

[0344]Since the virtual optical system is assumed, dotage is not unnatural, either.

[0345]Since a focusing position can be specified freely, a distant view can be obscured or \*\* which was able to obscure the close-range view is made free.

[0346]arbitrary virtual optical systems -- \*\*\*\*\* reappearance can be carried out.

[0347]According to the invention according to claim 2, the problem of the "fogging" in the processing which adds dotage is solvable.

[0348]According to the invention according to claim 3, since it can shift to the processing which adds dotage to the whole screen after checking the effect of dotage in some screens, it is efficient.

[0349]Therefore, by according to this invention, solving conventional SUBJECT and enabling utilization of the improvement in textures of the digital camera as a virtual camera, as explained above, The image processing device which can contribute textures, such as dotage, to realization of the digital camera system which can be added effectively can be provided.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]Drawing 1 is a functional block diagram showing the composition of the basic technique of this invention.

[Drawing 2]Drawing 2 is a figure showing the image formation state of the object before the focal position of a lens.

[Drawing 3](a) of drawing 3 is a figure actually calculating the relation of (5) types and in which quantifying and showing it, and (b) of drawing 3 is a figure graph-izing the calculation result of (5) types and in which showing it.

[Drawing 4](a) of drawing 4 is a figure actually calculating the relation of (8) types and in which quantifying and showing it, and (b) of drawing 4 is a figure graph-izing the calculation result of (8) types and in which showing it.

[Drawing 5]Drawing 5 is a figure showing the image formation relation of the object which is far away rather than the focal position of a lens.

[Drawing 6]Drawing 6 is a figure showing signs that it appears as a state of actual dotage after (a) of drawing 3, (b), and (a) of drawing 4 and (b) have combined.

[Drawing 7]Drawing 7 shows the explanatory view of the PSF characteristic, and (a) of drawing 7 is PSF in the Zfo side in the case of being nearer than Zf.

(b) of drawing 7 is PSF which a distant image makes rather than Zf.

[Drawing 8]Drawing 8 is a flow chart which shows the procedure of the actual processing by a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 9]Drawing 9 is a flow chart which shows the procedure as an example in the case of calculating the conversion process of the actual picture of the step (S5) of drawing 8 per pixel.

[Drawing 10]- of SUBJECT to which (a) of drawing 10 is left behind by 1st embodiment of this invention -- carrying out suddenly, it is the "fogging" between the objects by the turn of the

shown processing, and (b) of drawing 10 shows the means of solution of this "fogging", and (c) of drawing 10 shows other solving means.

[Drawing 11]It is the figure shown in order that drawing 13 may explain the concrete processing in a 1st embodiment from drawing 11.

(a) of drawing 11 is a figure which illustrates the screen which sets up the characteristic of a lens first, and (b) of drawing 11 is a screen which sets up aberration, and (c) of drawing 11, It is a figure showing the function to set up the form of a dotage function (Point Spread Function), i.e., the unit spread function within a circle of confusion.

[Drawing 12]Drawing 12 is a figure showing the parameter setting (Step S3) of the virtual camera shown in drawing 8, and focal position setting out (step S4).

[Drawing 13]Drawing 13 is a figure which illustrates the last image acquired with the parameter determined eventually.

[Drawing 14]Drawing 14 is a figure showing a 2nd embodiment.

[Drawing 15]Drawing 15 is a figure showing a 3rd embodiment.

[Drawing 16]Drawing 16 is a figure showing a 4th embodiment.

(a) of drawing 16 is a figure showing the characteristic of a coma aberration, and an example of a mode of expression, and (b) of drawing 16 is a figure showing the example simplified as other examples.

[Drawing 17]Drawing 17 is a figure showing a 5th embodiment.

(a) of drawing 17 is a figure showing the size of the dotage function decided by the radius d of the circle of confusion 37 as an example which emphasizes blue, and (b) of drawing 17 is a figure showing the example which emphasizes red.

[Drawing 18]Drawing 18 shows the atmospheric characteristic and mode of expression of chromatism as a 6th embodiment, and (a) of drawing 18 is an example of a red shift.

(b) of drawing 18 is an example of a blue shift.

[Drawing 19]Drawing 19 is a figure showing a 7th embodiment.

(a) of drawing 19 is not the depth information of a pixel unit as an example, are the distance information of a certain object unit a case where it inputs, and (b) of drawing 19, It is an example which assigns the depth information of - \*\* in the settled object unit which has been made into the example furthermore simplified, and is a case where it is made as [ have / per object / the same information ].

[Description of Notations]



- 1 -- Input output processing section,
- 2 -- Image input means (three-dimensional (D) measurement data input part),
- 3 -- Parameter input means (virtual camera set part),
- 4 -- Set part of textures or a lens,
- 5 -- Focusing position setting means (virtual focus set part),
- 6 -- Image memory
- 7 -- Virtual camera parameter transform calculation part,
- 8 -- A circle-of-confusion calculating means, a dotage state calculating means, image processing means (picture calculation part),
- 9 -- Picture (record) memory storage.

---

[Translation done.]

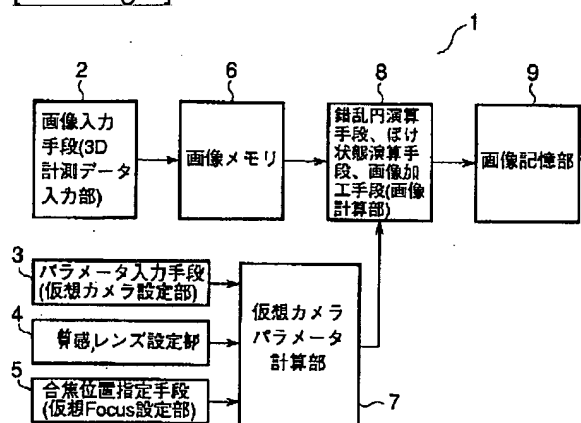
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

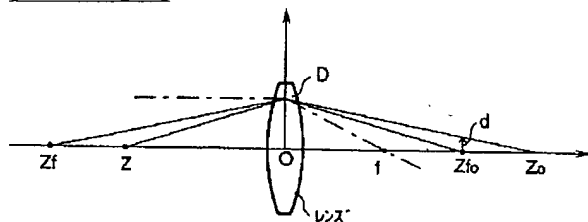
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



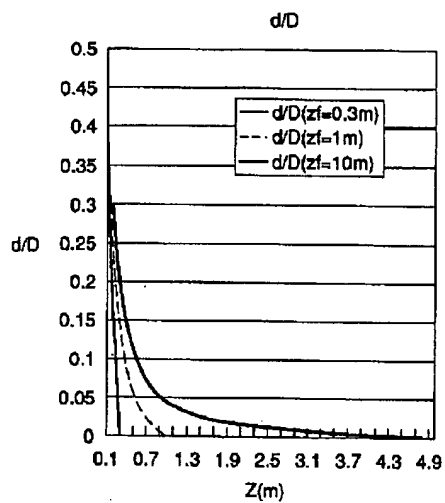
[Drawing 2]



[Drawing 3]

Z(m)	d/D(Zf=0.3m)	d/D(Zf=1m)	d/D(Zf=10m)
0.1	0.4	0.47	0.49
0.2	0.1	0.21	0.24
0.4	0	0.078	0.12
0.6		0.035	0.078
1m			0.045
1.2m			0.037
1.5m			0.028
2m			0.022

(a)

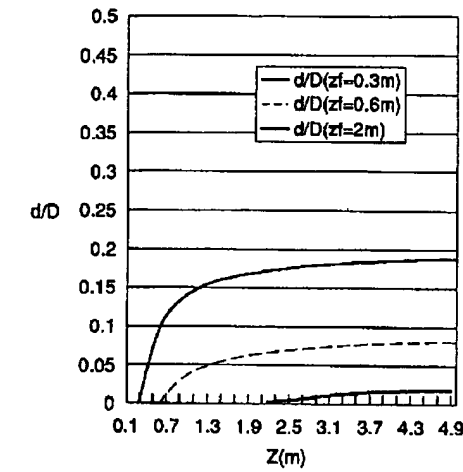


(b)

[Drawing 4]

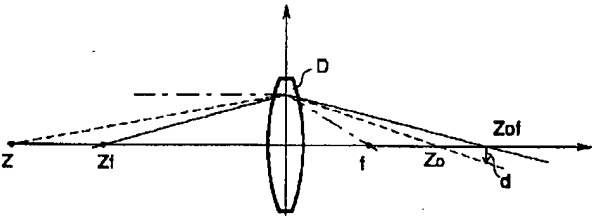
Z(m)	d/D(Zf=0.3m)	d/D(Zf=0.6m)	d/D(Zf=2m)
0.2			
0.4	0.05		
0.6	0.10		
0.8	0.125	0.022	
1	0.140	0.363	
1.3	0.153	0.0489	
1.6	0.163	0.0570	
2.0	0.170	0.0630	
2.5	0.176	0.0690	0.0051
3	0.180	0.0727	0.0085

(a)

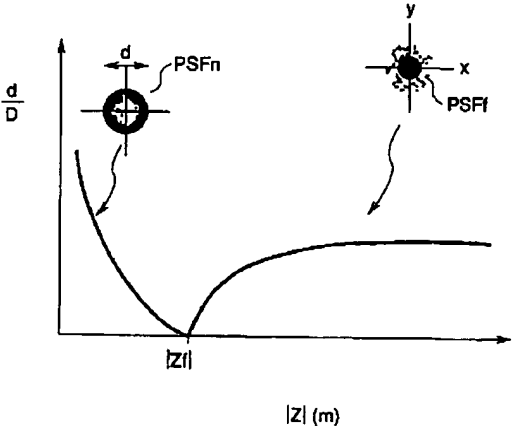


(b)

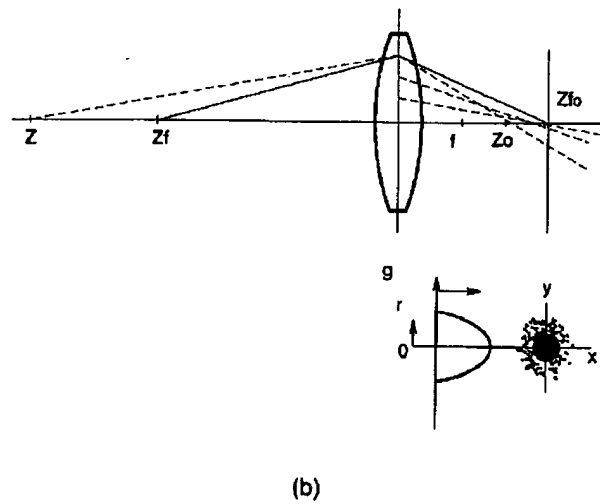
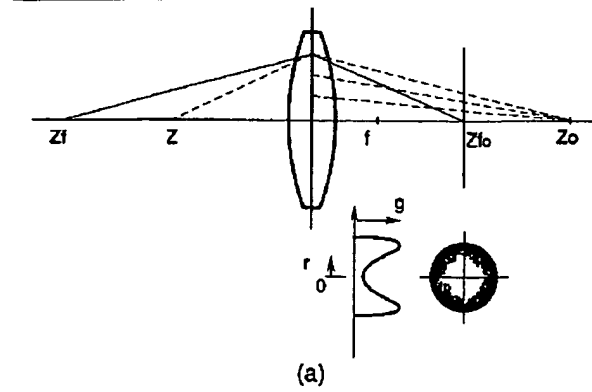
[Drawing 5]



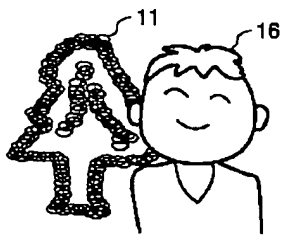
[Drawing 6]



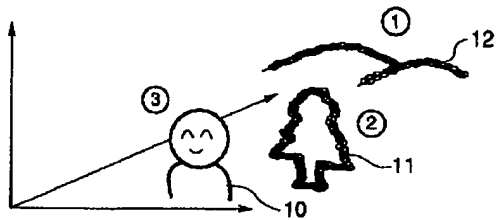
[Drawing 7]



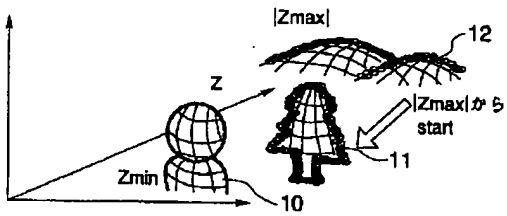
[Drawing 10]



(a)

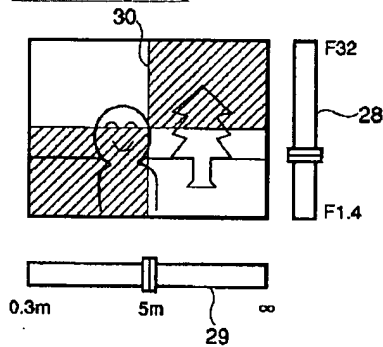


(b) object単位で|Z|の大きな物体から処理

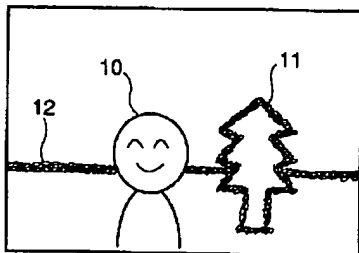


(c)

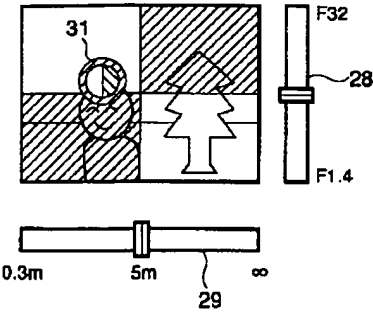
[Drawing 12]



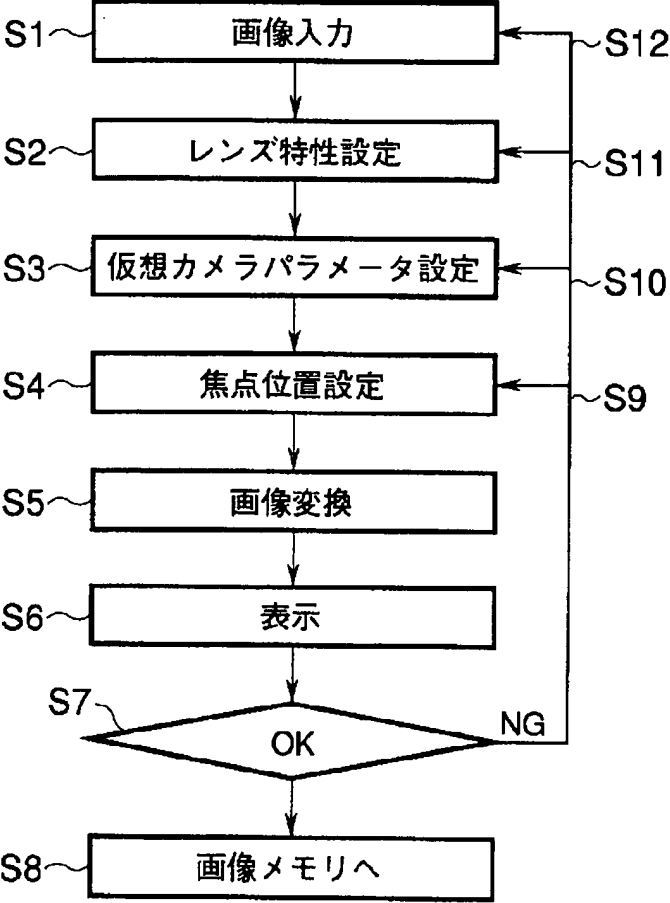
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 8]

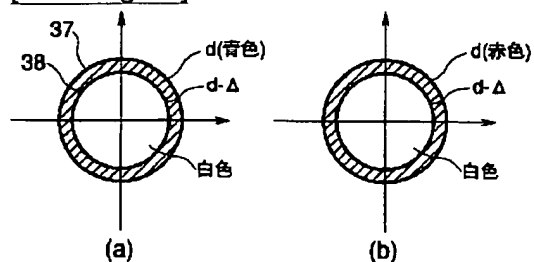


[Drawing 11]

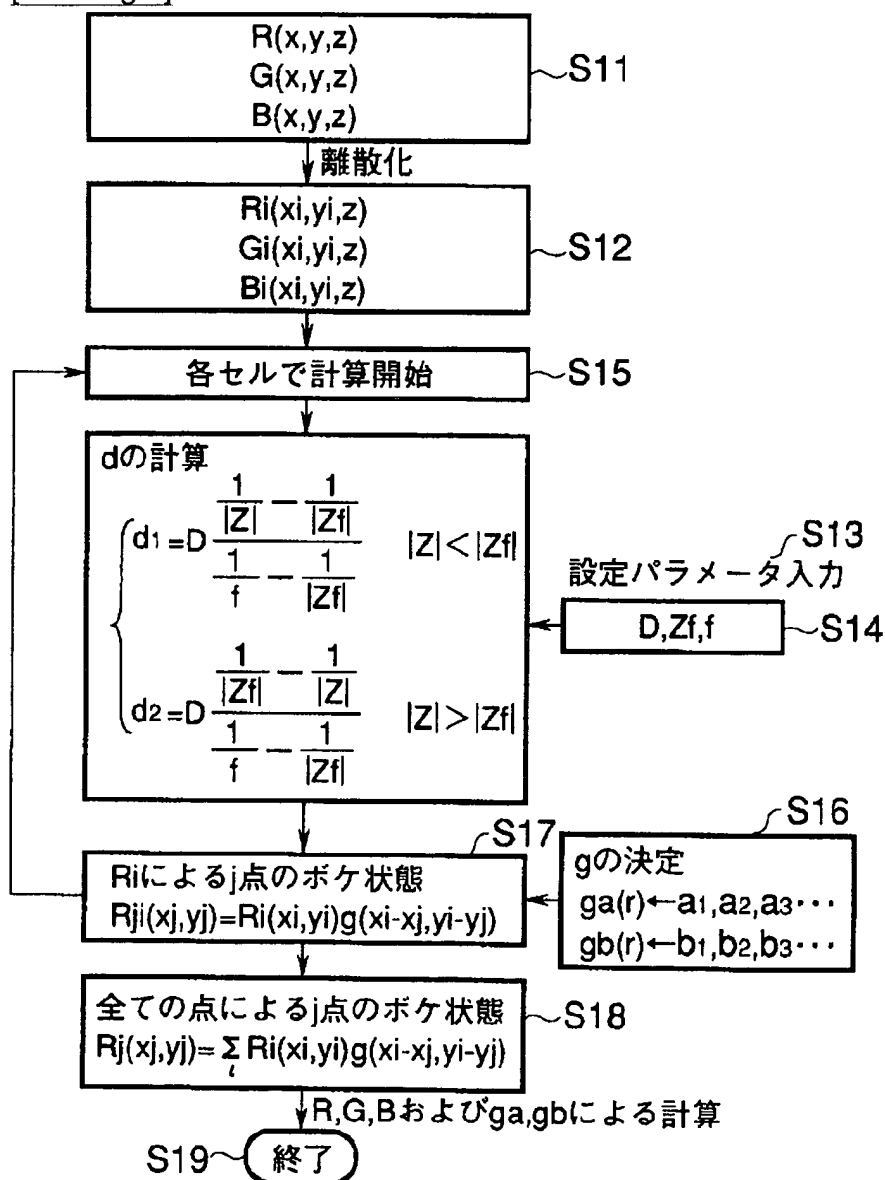




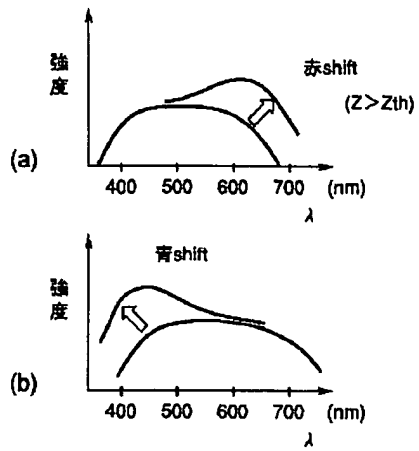
[Drawing 17]



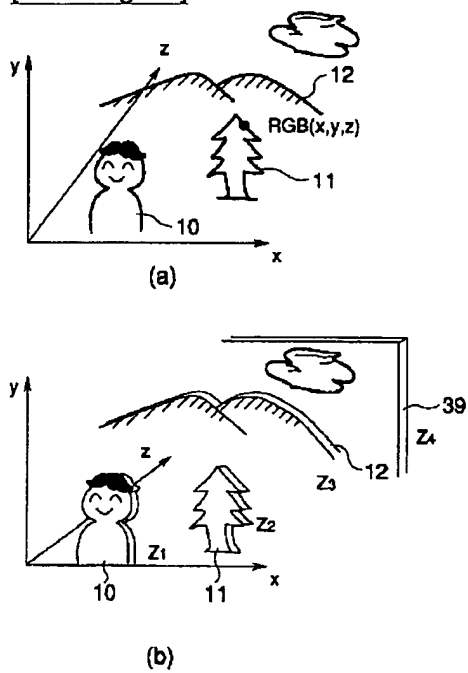
[Drawing 9]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-207549

(P2000-207549A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 5/20		C 0 6 F 15/68	4 1 0 5 B 0 5 7
H 0 4 N 5/232		H 0 4 N 5/232	A 5 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-4216

(22) 出願日 平成11年1月11日 (1999.1.11)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 三原 孝士

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

Fターム(参考) 5B057 BA02 BA23 BA28 CA01 CA13

CA16 CB01 CB12 CB16 CD11

CE04 CE08 CE17 CH08

5C022 AA13 AB21 AB68 AC31 AC42

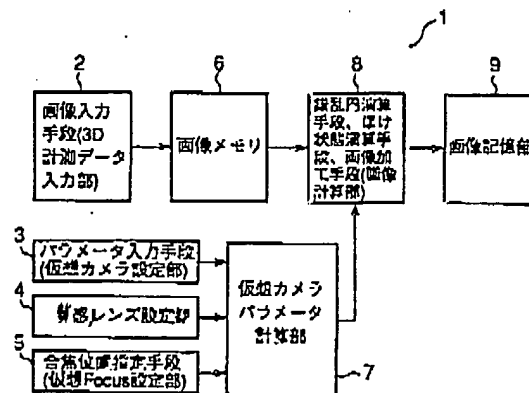
AC69

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】この発明は、ぼけ等の質感を効果的に付加し得るデジタルカメラシステムの実現に寄与可能な画像処理装置を提供することを課題とする。

【解決手段】この発明によれば、仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけ効果を付加する画像処理装置であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するパラメータ入力手段と、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する合焦位置指定手段と、上記画像入力手段によって入力された距離情報と、上記合焦位置指定手段によって指定された合焦位置と、上記パラメータ入力手段によって入力されたパラメータより、ぼけ状態を求めるぼけ状態演算手段と、上記ぼけ状態演算手段で求めたぼけ状態に対応して、上記画像入力手段で入力した画像にぼけ効果を加える画像加工手段とを具備することを特徴とする画像処理装置が提供される。



(2) 000-207549 (P2000-207549A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけ効果を付加する画像処理装置であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、

想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するパラメータ入力手段と、

上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する合焦位置指定手段と、

上記画像入力手段によって入力された距離情報と、上記合焦位置指定手段によって指定された合焦位置と、上記パラメータ入力手段によって入力されたパラメータより、ぼけ状態を求めるぼけ状態演算手段と、

上記ぼけ状態演算手段で求めたぼけ状態に対応して、上記画像入力手段で入力した画像にぼけ効果を加える画像加工手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加する画像処理装置であり、

被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、上記画像入力手段で入力した画像に、遠方の距離情報をもつ画像の部分より順に、上書きで、ぼけ効果を付加する画像加工手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加する画像処理装置であり、

画像情報を取り込む画像入力手段と、

上記画像入力手段で入力した画像の一部分にのみぼけ効果を付加する第1の動作モードと、残りの画像部分にぼけ効果を付加する第2の動作モードとをもつ画像加工手段と、

上記画像加工手段の動作モードを上記第1の動作モードより上記第2の動作モードに外部より切り換え可能な切り換え手段と、

ぼけを付加した画像を表示可能な表示手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、仮想カメラとして高機能を有するデジタルカメラに適用可能な画像処理装置に関する

【0002】

【従来の技術】近時、家庭用コンピュータ（PC）の浸透とPCの高性能化に伴い、従来の銀塩フィルムを用いるカメラに代わって個人用のデジタルカメラが開発され、しかも、100万画素を越えるCCDを搭載した比較的高級なデジタルカメラも販売されている。

【0003】この高精細のデジタルカメラは、VGA以上の高精細表示装置に写したり、A4以上の大判のプリンターに写したりして、楽しむ用途に最適である。

【0004】同時に、コンピュータ技術の小型化や低消費電力化、画像処理能力の向上に伴って、従来は特殊な研究用途や映画作製、印刷業務にしか使わなかった画像処理技術が家庭用の低コストなコンピュータによって実現することができるようになってきている。

【0005】また、従来は高価で大型であったコンピュータ（CPU）が小型化、低消費電力化され、デジタルカメラの内部に搭載することができるようになってきている。

【0006】また、デジタルカメラでは、高精細のCCD、例えば、80万画素や130万画素が1/2から1/4インチ程度に小さくなると、レンズも小さくなり、F値が大きく、焦点距離が小さくなる。

【0007】これによって、デジタルカメラでも、焦点深度が深くなり、高価で高精度なAF機能でなくても近くから遠くまで焦点があった映像が得られるようになってきている。

【0008】一方、デジタルカメラでは、誰が取っても同じ様な画像しか得られないという問題が出てきている。

【0009】すなわち、比較的高級の一眼レフカメラのような銀塩フィルムを用いるカメラでは、絞りやシャッタースピードを任意に選んで、関心ある物体を浮き上がらせたり、周辺にぼけ味を付加したりすることが可能であったが、そのような写真特有の楽しさは、小型のデジタルカメラでは不可能である。

【0010】しかるに、これらの課題は、画像処理技術を用いることによって解決することが可能である。

【0011】例えば、1990年の情報処理学会の全国大会P109-110の「視覚によるぼけ特性のモデル化とそれによる両眼立体表示」（金子他）では、コンピュータ映像の深さ情報をもとに、眼に映る網膜の位置で視覚におけるぼけ関数をガウス分布に近似して、コンピュータ映像にぼけ味を付ける研究を行なっていることが開示されている。

【0012】また、コンピュータ映像処理の分野では、フィルタリング処理と言って、背景をハイパスフィルターを使ってぼかし、物体をローパスフィルターを使って映像をシャープにすることが良く知られている。

【0013】ここで、ハイパスフィルターによるフルタリング処理とは、関心ピクセルの周囲のピクセルの色情報を平均してその関心ピクセルに置きかえる画像処理の一つの手段である平均化処理である。

【0014】またローパスフィルターによるフルタリング処理とは、コントラストの強調処理である。

【0015】また、特開平6-118473号公報では、小型のカメラでもぼけ味が出るようにカメラ内部で計算し、警告を出す機能や、ぼけ味が出るようにカメラの距離を調節する提案がなされている。

(3) 000-207549 (P2000-207549A)

【0016】また、特開平7-213657号公報では、画像データと深さデータとF値や焦点距離等の実際に撮影したカメラの条件情報を入力し、同時にユーザが設定した仮想撮像パラメータを別に設定して、その入力値からぼけパラメータを計算し、F値や焦点距離等のカメラ情報との設定値からのぼけ味の比較から、ローパスフィルター及びハイパスフィルターを使い分けて新たな映像を画像処理によって画像メモリに出力する方法が示されている。

【0017】また、特開平9-181966号公報では、視差を有する一対の撮像レンズを使って撮像された画像を入力し、その情報に基づいて距離情報を算出し、F、f、ピント位置の何れかを含むぼけパラメータを選択してぼけ効果を追加するようにした技術が開示されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような従来の手法は、いずれも画像処理によってぼけ味を付加するという意図であるが、基本的には従来の深さ方向のデータを持つコンピュータ画像にフィルタリング処理を付加するものと等価であつたので、将来の超小型デジタルカメラの深い焦点の映像に、高い質感を与えることについては不十分であった。

【0019】例えば、特開平7-213657号公報では、実際に撮影したカメラのF、f、ピント位置の何れかの情報を与えて、設定したF、f、ピント位置を用いてぼけ特性を計算し、ローパスフィルター及びハイパスフィルターを使い分けて新たな映像を画像処理によって作るものであるが、実際の映像がぼけ特性を持っているので、ぼけた状態からローパスフィルターによってシャープな映像を得ることは不可能である。

【0020】また、常に、カメラのF、f、ピント位置の何れかの情報を与えることは、ズームレンズを使う場合には困難である。

【0021】また、使うシステムやカメラに依存するため、一般性がないし、互換性を撮ることも容易ではない。

【0022】また、ぼけをローパスフィルター及びハイパスフィルターを使い分けて行なうため、高い質感を得ることは不可能である。

【0023】また、特開平9-181966号公報では、視差を有する一対の撮像レンズを使って撮像された画像を入力し、その情報に基づいて距離情報を算出し、そのぼけパラメータを選択してぼけ効果を追加するので、この類型にはかなっているが、このときのぼけパラメータはF、f、ピント位置の何れかを含むため、やはりカメラの情報が必要であり、互換性や一般性がないと共に、ぼけ味も高い質感を与えるものではなかった。

【0024】そこで、本願の発明者等により、現在のデジタルカメラの長焦点である課題を考えて、その高い質

感を検討してきた結果、次世代のデジタルカメラに必要な機能と要件は以下のようにまとめられる。

【0025】・カメラは十分な画素数を持つこと、80万画素以上の高精細である。

【0026】・無限遠から比較的近くまで焦点が合っていること。

【0027】・物体の深さ方向の情報があること。

【0028】・ノイズを除去するために、物体単位で深さ情報がまとまった単位になっていること。

【0029】・画像と深さ情報以外のカメラ情報を求めないこと。

【0030】・画角、レンズ情報は仮想カメラの設定時のみとすること。

【0031】・画像処理によって付加する質感は、ぼけ味や色、反射率等であること。

【0032】・ぼけ味はカメラのレンズ理論に基づいて決定され、自然であること。

【0033】・ぼけ味や色、反射率等は調整可能であること。

【0034】以上のような課題が解決されないと、デジタルカメラの質感向上の実用化は困難であると判断される。

【0035】すなわち、これらの条件を満たすために、質感を付加可能なデジタルカメラシステムの実現が強く望まれている。

【0036】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以上のような課題を解決して、デジタルカメラの質感向上の実用化を可能とすることにより、ぼけ等の質感を付加可能なデジタルカメラシステムの実現に寄与することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】本発明によると、上記課題を解決するために、

(1) 仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけ効果を付加する画像処理装置であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するパラメータ入力手段と、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する合焦位置指定手段と、上記画像入力手段によって入力された距離情報と、上記合焦位置指定手段によって指定された合焦位置と、上記パラメータ入力手段によって入力されたパラメータより、ぼけ状態を求めるぼけ状態演算手段と、上記ぼけ状態演算手段で求めたぼけ状態に対応して、上記画像入力手段で入力した画像にぼけ効果を加える画像加工手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置が提供される。

【0038】また、本発明によると、上記課題を解決するために、

(4) 000-207549 (P2000-207549A)

(2) 取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加する画像処理装置であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、上記画像入力手段で入力した画像に、遠方の距離情報をもつ画像の部分より順に、上書きで、ぼけ効果を付加する画像加工手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置が提供される。

【0039】また、本発明によると、上記課題を解決するために、

(3) 取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加する画像処理装置であり、画像情報を取り込む画像入力手段と、上記画像入力手段で入力した画像の一部分にのみぼけ効果を付加する第1の動作モードと、残りの画像部分にはぼけ効果を付加する第2の動作モードとをもつ画像加工手段と、上記画像加工手段の動作モードを上記第1の動作モードより上記第2の動作モードに外部より切り換え可能な切り換え手段と、ぼけを付加した画像を表示可能な表示手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置が提供される。

【0040】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0041】(第1の実施の形態)図1から図5に本発明の第1の実施の形態を示す。

【0042】まず、この第1の実施の形態を示しながら、本発明の原理について説明するものとする。

【0043】図1は、本発明の基本技術の構成を示すもので、ここでは、機能ブロックの構成を示しており、この機能はソフト/ハードウェア構成のいずれでも良いが、ソフトウェア構成による場合には、各機能ブロックはサブルーチンやオブジェクト化された命令の単位として、不図示のコンピュータリーダブルプログラム記憶媒体に記憶されているものとする。

【0044】図1の入出力処理部1は、画像データやパラメータの入力部、処理部及び出力部として、3次元(D)計測データ入力部2、仮想カメラ設定部3、質感やレンズの設定部4、仮想フォーカス設定部5、画像メモリ6、仮想カメラパラメータ変換計算部7、画像計算部8、画像(記録)記憶装置9等を有している。

【0045】ここで、3D計測データ入力部2は、画像の2次元的な色調データ単位に深さ情報を持った唯一の物性データとしての画像入力手段2を意味し、仮想カメラ設定部3は、パラメータ入力手段3を意味し、仮想フォーカス設定部5は、合焦位置指定手段5を意味する。

【0046】入出力処理部1は、この画像入力手段2からの物性データをもとに、パラメータ入力手段3、質感やレンズの設定部4、合焦位置指定手段5からそれぞれの設定値を入力する手段と機能を有している。

【0047】この画像入力手段2は、実際の計測カメラを装着しても良いし、アナログの映像情報でも良いし、

圧縮したデータでも良いし、適当なインターフェース手段を指している。

【0048】パラメータ入力手段3、質感やレンズの設定部4、合焦位置指定手段5は、キーボードでもマウスでも良いが、できるだけ画像によるユーザフレンドリーな構成であることが望ましい。

【0049】画像メモリ6は、画像入力手段2からの画像入力データを一時的に記憶するメモリであり、ここでは記述していないが、画像メモリ6の前段に圧縮した画像データの解凍やデータ変換等のためにインターフェース回路が有っても良い。

【0050】仮想カメラパラメータ変換計算部7は、パラメータ入力手段3、質感やレンズの設定部4、合焦位置指定手段5等からの仮想カメラのパラメータを変換計算する部位である。

【0051】また、画像計算部8は、錯乱円演算手段、ぼけ状態演算手段、画像加工手段とを有しており、画像メモリ6からの入力データや仮想カメラパラメータ変換計算部7からの仮想カメラパラメータを用いて後述する錯乱円演算、ぼけ状態演算、画像加工処理等の所定の計算処理を実行する。

【0052】この仮想カメラパラメータ変換計算部7及び画像計算部8の手段と機能を実現する手法とアルゴリズムが本発明の最も重要な部分である。

【0053】なお、画像メモリ6は省略しても良いが、画像(記録)記憶装置9は、画像計算部8で計算した結果を格納する構成である。

【0054】この構成での従来例と決定的に異なる部分について説明する。

【0055】まず、特開平7-213657号公報は、「カメラから画像データと深さデータとF値や焦点距離等のカメラ情報を入力し、仮想撮像パラメータを別に設定してその入力値からぼけパラメータを計算し、F値や焦点距離等のカメラ情報との設定値からの実際と計算結果のぼけ味の比較から、ローパスフィルター及びハイパスフィルターを使い分けて新たな映像を画像処理によって画像メモリに出力する方法」である。

【0056】つまり、現状のカメラの条件と、ぼけ状態を含む映像を入力して、仮想的なカメラの条件との比較で映像を新たに作る構成である。

【0057】また、特開平9-181966号公報は、「視差を有する一対の撮像レンズを使って撮像された画像を入力し、その情報に基づいて距離情報を算出し、F、f、ピント位置の何れかを含むぼけパラメータを選択してぼけ効果を追加する方法」である。

【0058】この場合には、カメラの設定条件を含む現在の写真の状態に、新たな写真撮影条件を付加して、画像処理を行ない、ぼけ味を出す構成である。

【0059】これらの従来例に対して、この発明では以下のような構成と効果を実現するものである。

(5) 000-207549 (P2000-207549A)

【0060】・映像情報としては、画像を含む3次元計測カメラで撮った画像データのみである。

【0061】・本発明のシステムにおいてはじめて、F値や焦点距離、絞り値等の仮想カメラの設定を行なう。

【0062】・ぼけ状態を特徴付けるレンズの性能や、レンズの色の分散特性、そのときの大気の分散特性等、距離によるぼけ状態関数等を適宜設定することができる。

【0063】・最後に、ユーザーがターゲットにする物体にフォーカスを合わせて、仮想カメラを楽しむことが可能となる。

【0064】次に、図2から図6を用いて、本発明の基本的な考え方を説明する。

【0065】ここでは、ある位置に焦点を合わせたとき

$$d / (Z_o - Z_f o) = D / Z_o \quad \dots (1)$$

$$(1/Z) + (1/f) = 1/Z_o \quad \dots (2)$$

$$(1/Z_f) + (1/f) = 1/Z_f o \quad \dots (3)$$

を用いて、計算すると、

$$d = D \{ (1/Z_f) - (1/Z) \} / \{ (1/Z_f) + (1/f) \} \quad \dots (4)$$

が得られる。

【0070】ここで、 $Z_f < 0$ 、 $Z < 0$ である。

$$d = D \{ (1/|Z|) - (1/|Z_f|) \} / \{ (1/f) + (1/|Z_f|) \} \quad \dots (5)$$

が得られる。

【0072】図3の(a)は、この関係を実際に計算し、数値化して示している。

【0073】ここでは、 $f = 50\text{mm}$ のレンズを仮定し、焦点位置を $Z_f = 0.3\text{m}$ 、 $1\text{m}$ 、 $10\text{m}$ の3点で計算した値をテーブル化して示している。

【0074】図3の(b)は、この計算結果をグラフ化して示している。

【0075】ここでは、 $20\text{cm}$ 以下にレンズが近づく

$$d / (Z_f o - Z_o) = D / Z_o \quad \dots (6)$$

$$d = D \{ (1/Z) - (1/Z_f) \} / \{ (1/Z_f) + (1/f) \} \quad \dots (7)$$

が得られる。

【0079】ここで、 $Z_f < 0$ 、 $Z < 0$ である。

$$d = D \{ (1/|Z_f|) - (1/|Z|) \} / \{ (1/f) + (1/|Z_f|) \} \quad \dots (8)$$

が得られる。

【0081】図4の(a)は、この関係を実際に計算し、数値化して示している。

【0082】ここでは、 $f = 50\text{mm}$ のレンズを仮定し、焦点位置を $Z_f = 0.3\text{m}$ 、 $0.6\text{m}$ 、 $2\text{m}$ の3点で計算した値をテーブル化して示している。

【0083】図4の(b)は、この計算結果をグラフ化して示している。

【0084】ここで、 $Z_f = 0.3\text{m}$ の場合には少し離れると急激にぼけが拡大する一方で、焦点を $2\text{m}$ の遠方

のぼけの半径(錯乱円)をおおよその値として見積もり、その特性を得る。

【0066】図2は、レンズの焦点位置よりも前にある物体の結像状態を示す。

【0067】ここで、 $f$ はレンズの焦点距離、 $Z_f$ は焦点を合わせた物体の位置、 $Z_f o$ は焦点の位置、 $Z$ は観察している場所の距離、 $Z o$ は観察している場所の結像側の距離、 $D$ はレンズの有効半径、原点はレンズの中心とする。

【0068】ここで、複数のレンズを組み合わせて用いる場合には、単一のレンズであると仮定する。

【0069】ここで、レンズから結像面を正に取り、焦点を $Z$ に合わせた場合の視点 $Z_f$ の点でのぼけの半径を $d$ とすると、幾何学的な関係式から

【0071】ここで、判り易く、 $Z_f$ と $Z$ の絶対値をとると、

と極端に錯乱円が大きくなると共に、十分遠方に設定した場合には、 $d/D$ は漸近的に減少していることが分かる。

【0076】次に、焦点が合った位置より遠方を考える。

【0077】この場合には、図5に示するような結像関係となる。

【0078】簡単な幾何学によって、

【0080】ここで、判り易く、 $Z_f$ と $Z$ の絶対値をとると、

に合わせた場合には、ぼけが広がらないことが分かる。

【0085】例えば、 $Z_f = 0.3\text{m}$ の場合では、その2倍の $0.6\text{m}$ で錯乱円の半径 $d$ は $D$ の10%に達すると共に、そのあと漸近的に20%まで拡大する。

【0086】一方、 $Z_f = 0.6\text{m}$ の場合では、その2倍の $1.2\text{m}$ でも $d$ は $D$ の5%であり、漸近的に10%まで拡大する。

【0087】実際のぼけの状態は、図3の(a)。

(b)及び図4の(a)。(b)が組み合わさった状態で現れる。

(6) 000-207549 (P2000-207549A)

【0088】図6は、この様子を示している。

【0089】ここで、 $Zf$ を焦点を合わせた距離とすると、近距離では急激に拡大した $d$ は $Zf$ まで急激に下がり、その後 $Zf$ では最小になって、 $Zf$ を越えると $Zf$ の2倍まで再度急激に拡大し、その後は漸的に拡大する。

$$2D = f/F$$

の式を用いてFナンバーと、設定する焦点を合わせる距離とで決定することができる。

【0093】すなわち、このパラメータの中には、画像の深さ方向を取るカメラの情報は全く入っていない。

【0094】これは特開平7-213657号公報とは決定的に異なる構成である。

【0095】つまり、特開平7-213657号公報によるカメラでは、画像と深さ情報のみを取り込み、その後のカメラ条件の設定は、画像処理装置内でのみ行う。

【0096】この発明では、ぼけの錯乱円 $d$ の大きさを考えるようにしたが、実際に自然なぼけ味や遠近感を表現する場合には、ぼけを現す、PSF (Point Spread Function) の形を決めることが重要である。

【0097】図6は、一般的なレンズで経験的に言われているレンズに近い側でのぼけ特性PSFnと遠方での

A型なら

$$gb(r) = Gb(a_0 + a_1 r + a_2 r^2 + a_3 r^3) \quad \dots (10)$$

B型なら

$$gb(r) = Gb(1 - b_1 r - b_2 r^2 - b_3 r^3) \quad \dots (11)$$

ここで、 $-d \leq r \leq d$

の範囲外は0であって、その空間的な容積が1になるようにGで規格化する。

【0104】各係数はその形を示す係数である。

【0105】図8は、実際の処理のフローを示す。

【0106】ステップ(S1)では、画像データの入力を行う。

【0107】この画像データは白黒、カラーでも良いが、深さ情報を持ち、望ましくはピクセル単位であるが、ブロック単位でも良いし、オブジェクト単位でも良い。

【0108】また、圧縮されている場合には、解凍処理を行なってビットマップ形式にしてその画像を画像メモリ6に一旦貯える。

【0109】ステップ(S2)では、レンズの特性設定を行う。

【0110】通常、この処理はデフォルト値を設定しておくことにより、ユーザーによる設定を省略することができる。

【0111】ここで、レンズの特性とは、ぼけ関数や収差の種類等である。

【0112】ステップ(S3)では、カメラパラメータ

【0090】 $d$ の値は、このような定量的な解析式によって計算することができる。

【0091】このように、ぼけの錯乱円 $d$ の大きさは、仮想的に設定することができる。

【0092】具体的には、レンズの焦点距離 $f$ 、有効的な口径 $2D$ 、または

... (9)

ぼけ特性PSF $f$ を示す。

【0098】図7は、PSF特性の説明図を示す。

【0099】ここで、図7の(a)は $Zf$ よりも近い場合の $Zf$ 面でのPSFであるが、一般的に言って周辺部の光量が多くなる傾向にある。

【0100】また、図7の(b)は $Zf$ よりも遠方の像が作るPSFであるが、一般的にはこのPSFの形状もレンズによって大きく異なる。

【0101】ここでは、非点収差のみを考えたが、実際にはコマ収差や色収差が出て複雑になる。

【0102】しかし、最も感覚的に自然にぼけを表わすのは、コマ収差や色収差が無い、非点収差によるものと考えられる。

【0103】この非点収差は、半径方向に対称になっているので、ここで、この関数形を図7の(b)に示すような凸型をA型とし、図7の(a)に示すような凹型をB型とするならば、べき関数表示して

の設定を行う。

【0113】ここで、カメラパラメータとは、レンズを設定したときの絞り情報やズームの情報を言う。

【0114】ステップ(S4)では、撮影時の焦点情報の設定を行う。

【0115】すなわち、ここでは、焦点の距離を何処に設定するか、また、画面上のどの位置に焦点を合わせるか等を設定する。

【0116】ステップ(S5)では、ステップ(S2)からステップ(S4)の設定値をもとに画像の距離情報からぼけ関数を以下のようにして計算し、距離に応じたぼけ状態を画像データに付加する。

【0117】・Dの決定。

【0118】・焦点と物体の座標の関連を調べる。

【0119】・(5)式、(8)式を用いて錯乱円の大きさ $d$ を計算する。

【0120】・ぼけ関数を(10)または(11)式を用いて表わすが、この関数は数値関数でも良い。

【0121】・各ピクセルのRGB強度をぼけ関数を用いて分散させる。

【0122】・全ての画像のぼけ状態を計算する。



(7) 000-207549 (P2000-207549A)

【0123】ステップ(S6)では、図示しない画面上に計算結果を表示する。

【0124】ステップ(S7)では、画面上の表示に基づいて判定処理を実行し、OKなら画像を画像記憶装置9に格納するが、NGの場合には、ステップ(S1)からステップ(S4)に戻る。

【0125】以上の手順と構成から、本発明によれば、従来の課題が解決して、デジタルカメラの質感向上の実用化を可能とすることにより、質感を付加可能なデジタルカメラシステムの実現に寄与することができる画像処理装置を実現可能である。

【0126】この手順は一例であって、順番は変わっても良いと共に、例えば、ステップ(S4)とステップ(S3)とは一緒に設定しても良いように、一部は重複しても良い。

【0127】また、ステップ(S5)の実際の画像の変換処理は、ピクセル単位で計算しても良いし、ぼけ関数を前もって計算し、ルックアップテーブルを作って、例えば、行列計算を行っても良い。

【0128】図9は、この計算の一例を示している。

【0129】ステップ(S11)では、各ピクセル単位で深さ(Z)情報を含むRGBのカラー画像を入力する。

【0130】ステップ(S12)では、メモリやCCD等のデバイスに合わせた離散化を行う。

【0131】通常、ステップ(S11)の入力時点でデジタル情報として離散化されている場合が多いので、その場合には、関心のある(計算する)画角を決めて、その中で離散化する。

【0132】ステップ(S13)では、設定パラメータの入力を行う。

【0133】ステップ(S14)では、設定パラメータからD、Zf、fを抽出する。

【0134】この場合、fはレンズ情報から、DはF値から(9)式を用いて算出する。

【0135】ステップ(S15)では、各ピクセル(i)で計算を開始する。

【0136】まず、スタートするセルを選び、ステップ(S14)のD、Zf、fと各ピクセルのZ値からdを計算する。

【0137】この場合、ZとZfの関係から2つのdが算出されるので、これをd1、d2として用意する。

【0138】すなわち、Zの絶対値がZfより小さい場合にはd1を使うと共に、Zの絶対値がZfより大きい場合にはd2を使うものとする。

【0139】ステップ(S16)では、レンズ特性で得たぼけ関数を用意する。

【0140】これは、前述したA型である凸関数では、a1からa3等を用いて得られるgaを用いると共に、前述したB型である凹関数ではb1からb3等を用いて

得られるgbを用いる。

【0141】また、距離に依存しない関数を使う場合には、ステップ(S13)の時点で計算しておくものとする。

【0142】また、ZとZfの差に依存する場合には、その都度計算するものとする。

【0143】ステップ(S17)では、Riによるj点でのぼけ状態を計算する。

【0144】この場合、gは、ぼけ状態が前述したA型である凸関数か、あるいは前述したB型である凹関数かで、ステップ(S16)と同様にga、gbを使分けるものとする。

【0145】通常、Zfよりレンズに近い場合には前述したA型である凸関数で、遠い場合には前述したB型である凹関数を使うものとする。

【0146】この場合、gは、前述したように規格化してあるので、iとjの座標の距離で決まる値にRiを積算した値が、jの値となる。

【0147】ここではRのみを示したが、G、Bに関しても同様に行うものとする。

【0148】この手続きは、ステップ(S15)まで戻ってすべてのピクセルで行うものとする。

【0149】ステップ(S18)では、ある点jのぼけ状態は、i点のぼけ関数の及ぶすべての範囲であるので、iに関してRjiの和で与えられる。

【0150】ステップ(S19)では、終了する。

【0151】以上の手法によって、極めて自然で、かつインパクトの高いぼけ等を付加した画像が得られる。

【0152】しかし、詳細には幾つかの課題もある。

【0153】図10の(a)は、その一つを示しており、それは処理の順番による物体間の「かぶり」である。

【0154】ここでは、近い人物像10と遠方の樹木11では、人物にピントを合わせて、樹木11にぼけを付加した例であるが、樹木11のぼけが人物10にもかぶっている。

【0155】これは、処理を人物10から樹木11方向に処理を行ったために生じる「かぶり」である。

【0156】図10の(b)は、この「かぶり」の解決の手段を示している。

【0157】すなわち、図10の(b)に示すように、最初に深さの異なる物体単位に分けて置き、その物体単位でぼけ状態を含む表現を付加することである。

【0158】この場合には、深さがより深い物体12から順番に処理し、その上に人物10を上書きする処理を行うことにより、各物体間に明確な前後関係を持たせることができる。

【0159】そして、この場合、ぼけや表現のために、色情報を加算することと、異なるその上の物体を重ねるときには、加算の方法を変える必要がある。例えば、

(8) 000-207549 (P2000-207549A)

・近い物体10にピントが合っている場合には、そのピクセルの遠方の色情報を捨て、新しい近い物体の色に置き換える。

【0160】・近い物体10にピントが合っていない場合には、その物体のぼけ状態を表わす、必要なら周辺部を一部透明化して、そのピクセルの遠方の色情報に新しい近い物体の色を加算する。

【0161】図10の(c)は、他の解決手段を示している。

【0162】すなわち、図10の(c)に示すように、ピクセル単位で深さ情報を持っているので、Zの絶対値の大きなピクセルから処理することである。

【0163】この例では、山の物体12で最も遠方のピクセルから処理をし、順番に樹木11、人物10とを処理をする。この場合も

・近い物体10にピントが合っている場合には、そのピクセルの遠方の色情報を捨て、新しい近い物体の色に置き換える。

【0164】・近い物体10にピントが合っていない場合には、その物体のぼけ状態を表わす、周辺部を必要なら一部透明化して、そのピクセルの遠方の色情報に新しい近い物体の色を加算する。

【0165】のような処理が一部必要である。

【0166】図11から図13は、第1の実施の形態における具体的な処理について説明するために示している図である。

【0167】これは、実際のコンピュータの画面でのイメージであるが、カメラの液晶画面でも良い。

【0168】図11は、最初にレンズの特性を設定する画面の例である。

【0169】レンズの情報は、あらかじめデフォルト値を入れておくことにより、ユーザーが設定しなくても良いようにしておく。

【0170】この例では、レンズ、収差、ぼけ関数の3つを設定するようになっている。

【0171】図11の(a)は、レンズを設定する画面13である。

【0172】この場合、まず、レンズが単焦点16か、ズーム17かのどちらかを選ぶものとする。

【0173】そして、単焦点レンズを選択した場合には、f値18を入れると共に、ズームを選択した場合には、MaxとMinのf値を入れるが、これは数字で入れても良いし、選択するようにしても良い。

【0174】次に、レンズの口径19を同様に入れてる。

【0175】図11の(b)は、収差を設定する画面である。

【0176】まず、収差のタグ20をクリックすることにより、収差を設定する画面に切り替える。

【0177】ここでは、非点収差21、コマ収差22、

色収差23のどれでも選択することができるようにしてあると共に、コマ収差や色収差の場合には、その種類を選べるようにしてある。

【0178】また、コマ収差ならその中心のずれの程度を選択することができるようにしてあると共に、色収差なら、赤、青等の成分とその収差の強さを選択することができるようにしてある。

【0179】この強さは、ボリューム等を使っても良いが、特殊効果24のボタンにより、フィルターの効果をもたせるようにしても良い。

【0180】例えば、一眼レフカメラの場合には、絞りを絞ると、この絞りの多角形(6角形)がフィルターとして働き、強い反射等は、この多角形になって画面上に現れる。

【0181】このような効果や、あたかもユーザー自身で自由なフィルターを用いた場合が想定できる。

【0182】この各収差の設定については、複数の効果を同時に得られるようにすることもできる。

【0183】例えば、非点収差とコマ収差を選べば、それらの効果が同時に出てくるようにすることもできる。

【0184】ここでは、コマ収差は、設定した幾つかのパターンの中から選択するようにしたが、コマ収差のパラメータをユーザー自身で設定することができるようにしても良い。

【0185】図11の(c)は、ぼけ関数、すなわち、錯乱円内の単位広がり関数(Point Spread Function)の形を設定する機能を示している。

【0186】ここでは、最も重要な非点収差の設定のみを示しているが、コマ収差や色収差に関しても同様な手法をとることが考えられる。

【0187】ここでは、焦点の合致位置よりも近いぼけを近関数26として、遠いぼけを遠関数27として示している。

【0188】初期設定の値としては、近関数は凹関数で中心部が周囲よりも小さい値、遠関数は凸関数として中心が周囲よりも大きい値を設定するものとするが、これはレンズの特性であり、自由に変更することができる。

【0189】ここで、コンピュータが決定する錯乱円の半径が、非点収差のために円対称である点の制約を除いてはユーザーが自由に設定することができる。

【0190】設定の方法については、数字を入れても良いが、ユーザーがマウスを用いて半径(r)方向の値を指定し、ドラッグすれば自由に変えられるようにする。

【0191】但し、関数の積分値は一定になるように規格化する。

【0192】尚、実際の計算上の関数と、画面上の関数は違っても良い。

【0193】関数形を直感に訴えるようにするために、 $G(r)$ でも良いし、 $G(r)/r$ でも良いし、 $G$

(9) 000-207549 (P2000-207549A)

( $r$ ) /  $r^2$  でも良い。

【0194】図12は、図8に示した仮想カメラのパラメータ設定(ステップS3)と焦点位置設定(ステップS4)を示す。

【0195】ここでは、簡略化とユーザーに使い易さのために、単一画面で設定することができるようにしている。

【0196】この場合、ユーザーは、F値28と焦点の位置29を、この例ではボリューム(28, 29)を調整することにより、設定することができる。

【0197】例えば、ぼけ味を強調したいのであれば、F値を小さく1.4にする。

【0198】この値を設定すると、予め設定したf値を用いて、(9)式を用いてDが計算され、(5)式と(8)式に適用される。

【0199】ここで、図12に示した映像は、図示しないモニター用の画面である。

【0200】このモニター用の画面として全ピクセルを使った場合には、計算が膨大になるために、結果が出るまで時間がかかるので、全ピクセルの一部のみを使うものとする。

【0201】例えば、映像がVGAの480×640の場合には、これを1/5に間引いて96×128とすると共に、この画面を、例えば、4分割(30)する。

【0202】この4分割のうち、例えば、第2と第4現象は加工前の映像を出すようにし、第1、第3現象は加工後の映像を出すようにする。

【0203】この画素数であれば、ほぼリアルタイムで計算でき、F値や焦点の位置で変化を確認することができる。

【0204】この仮想カメラは、F値や焦点を実際のカメラに関係なく、全く自由に決定できる。

【0205】以上のようにして、設定が完了したら、図示しない完了ボタンの操作により、全ピクセルの計算に入り、結果が表示され、必要に応じて、印刷や記憶装置9への記憶がなされる。

【0206】図13は、こうして最終的に決定したパラメータによって得られた最終映像の例を示している。

【0207】このように、ピントを合わせた人物10はくっきりと、また、樹木11は適度に球状で自然であるぼけ味が出ている。

【0208】このぼけ味は、前述したように、非点収差のぼけ関数の形を変えることで自由に変更可能であると共に、このぼけ味の大きさはレンズ理論に基づいているので自然であり、その程度は、レンズの性質による。

【0209】この場合、比較的シャープなレンズでは、ガウス関数的であり、ソフトなレンズは明るい部分が球状となって味が出てくる。

【0210】また、コマ収差を入れたら、周辺部の映像が周囲に流れるようになって、比較的人間の視覚が捕ら

えるような自然な映像になり、この影響も自由に設定することができる。

【0211】特に、遠近感によってその効果が、物理現象によって変化するもので、極めて自然である。

【0212】また、色収差は、ぼけによって焦点の合わない場所が赤、または、青にシフトする状況であるが、この現象も、視覚的には自然であり、多くの効果を得ることができる。

【0213】(第2の実施の形態)図14は、第2の実施の形態を示している。

【0214】この第2の実施の形態基本的な概念や構成方法は、第1の実施との形態同様である。

【0215】図14は、前述した図12のための実施の形態であって、ユーザーインターフェースを強化した実施の形態である。

【0216】ここで、第1の実施の形態では、焦点の位置設定をボリュームで行うようにしていたが、第2の実施の形態では、距離情報を既にピクセル単位で持つようにしているため、焦点を合わせたい場所に設定すれば、そのから距離が判明するはずである。

【0217】この例では、F値はボリュームで設定するが、ピントは人物31の頭に合わせるようにしてある。

【0218】すると、頭の位置の深さ情報を計算してZを決め、図14の下部のボリュームの位置29が自動で動いて、焦点位置が決まる。

【0219】また、ピクセル単位では、その誤差もあるので、指定した点の近傍の距離を平均するにしても良く、この平均する半径やピクセル数を、別途するように設定しても良い。

【0220】このようにして、設定が完了したら、図示しない完了ボタンの操作により、全ピクセルの計算に入り、結果が表示され、必要に応じて、印刷や記憶装置9への記憶がなされる。

【0221】(第3の実施の形態)図15は、第3の実施の形態を示している。

【0222】この第3の実施の形態の基本的な概念や構成方法は、第1の実施の形態と同様である。

【0223】図15は、ズーム機能を持った場合のユーザーインターフェースを強化した実施の形態である。

【0224】ここで、第1の実施の形態では、ズーム32はレンズの焦点距離を決定したものであったが、この図15の場合には、画面の上部でズームの設定32ができるようになされている例である。

【0225】ここで、焦点距離の最大と最小とは、レンズ設定で設定したものが表示されている。

【0226】ここで、ズーム比率を変えると、その中心に対して拡大されて表示されても良いが、全体の中で見たい画角が指定できるように、図15では、まず焦点を合わせたい物体31にマウス等を用いて指定するようにしている。

(10) 100-207549 (P2000-207549A)

【0227】これで、物体の指定ピクセル（または幾つかのピクセルの平均値）の距離を用いて、焦点の位置が決まる。

【0228】その後、ズーム倍率を上げることで、その画角にあった外枠40が現れて、注目画角が表示されるようになされているものであり、この例では、焦点の位置はボリューム29上に現れるようになされている。

【0229】また、F値28とズーム32、焦点位置29が決まれば、ぼけ状態を含む表現が決まるので、映像の加工を行うことができる。

【0230】これは、中心位置によって自動的に分割された領域30が現れ、加工状態が判るようにしておく。

【0231】ここで、33は拡大ボタン、34は全体ボタンであり、拡大ボタン33の操作によつて、外枠40全体が画面に現れて、ズームの状態を知ることができる。

【0232】また、全体ボタン34の操作によつて、拡大やズーム前の全体を見て、加工を行なうことができる。

【0233】このようにして、設定が完了したら、図示しない完了ボタンの操作によつて、全ピクセルの計算に入り、結果が表示され、必要に応じて、印刷や記憶装置9への記憶がなされる。

【0234】（第4の実施の形態）図16は、第4の実施の形態を示している。

【0235】この第4の実施の形態の基本的な概念や構成方法は、第1の実施の形態と同様であるが、この実施の形態では、レンズ特性の設定の際に、コマ収差の特性を設定するようにしているものである。

【0236】図16の（a）は、コマ収差の特性と表現方法を示すもので、35はコマ収差の特性を示している。

【0237】ここで、コマ収差は、像がレンズの中心から外れた場合の像の放射線状の歪みを表わしているが、中心から離れた距離 $r$ における収差を表わしている。

【0238】その収差は、中心から外に向かって放射状に伸びるものであり、この実施の形態としては、35のように中心から放射状に伸びている状態を表現するために、中心の位置（関心ピクセル）を焦点にした放物線で表わしている。

【0239】これは、そのピクセルから画面の中心に線を引き、その法線方向を $r$ 、垂直方向を $r_v$ とすると、この $r_v$ に対する二次曲線で表わされるが、 $r_v$ 方向に距離 $d$ で打ち切るような関数で近似する。

【0240】ここで、他の例としては、より簡略化して、 $d$ を半径とする錯乱円36であり、非点収差としてのぼけ関数を与える方法は図16の（a）と同じであるが、図16の（b）のように、その錯乱円36の中心を、関心ピクセルから $r_0$ だけずらす方法がある。

【0241】この場合、 $r_0$ はデフォルトで与えるよう

にしても良いが、ユーザー側で設定することができるようにしても良い。

【0242】この $r_0$ は、 $r$ の関数であり、基本的には $r$ の一次関数であり、外側に行くほど大きい。

【0243】このコマ収差は、画面の周辺が周辺に向かって流れるような映像になる。

【0244】一般に、レンズは、このコマ収差を削減するように設計するが、人間の眼で見た感覚に近いため、この実施の形態のように仮想的にコマ収差を付けることにより、極めて高い品質の映像表現が可能である。

【0245】また、単に、映像の周辺をぼかすのでは無く、この実施の形態のように、深さ情報を加味して深さとぼけと他の収差との組み合わせにより、人間の視感覚に近い、非常に自然な映像表現が可能になる。

【0246】なお、この実施の形態においては、錯乱円の大きさ $d$ の範囲でPSFの変数 $r$ が変化している。

【0247】しかし、必ずしも、変数 $r$ は $d$ の範囲内で変化する必要は無く、要は、大きな錯乱円ではPSFの変数 $r$ の取り得る範囲も対応して広くなり、小さな錯乱円では変数 $r$ の取り得る範囲は対応して狭くなればよい。

【0248】（第5の実施の形態）図17は、第5の実施の形態を示している。

【0249】この第5の実施の形態の基本的な概念や構成方法は第1の実施の形態と同様であるが、この実施の形態ではレンズ特性の設定の際に、色収差の特性を設定するようにしているものである。

【0250】図17は、色収差の特性と表現方法を示すもので、図17の（a）は、その一例として、錯乱円37の半径 $d$ で決まるぼけ関数の大きさを示している。

【0251】38は内円であつて、この内円38の内部の色は中心ピクセルそのものであるが、外部 $d-\Delta$ は図17の（a）の例では青色、図17の（b）の例では赤色を強調する。

【0252】この色収差は、画面の周辺が赤みがかかったり、青みがかかったような映像になる。

【0253】一般に、レンズは、この色収差を削減するように設計するが、人間の眼で見た感覚に近いため、この実施の形態によって仮想的に色収差を付けることで極めて高い品質の映像表現が可能である。

【0254】また、単に、映像の周辺をぼかすのでは無く、この実施の形態では、深さ情報を加味して深さとぼけと他の収差との組み合わせにより、人間の視感覚に近い、非常に自然な映像表現が可能になる。

【0255】（第6の実施の形態）図18は、第6の実施の形態を示している。

【0256】この第6の実施の形態の基本的な概念や構成方法は、第1の実施の形態と同様であるが、レンズ特性の設定の際に、大気中の色分散の特性を設定するようにしているものである。

(註1) 00-207549 (P2000-207549A)

【0257】大気の色分散は、本来ならレンズの特性では無いが、レンズの特性として設定することで、全く同様な効果を演出することができる。

【0258】ここで、大気の状態は、時間と場所によって全く異なり、例えば、晴天の山等に行くと、紫外線が多く、遠方は青みが強く見える。

【0259】また、太陽とレンズの方軸との方位によっては、偏光成分を多く含む場合もある。

【0260】一方、地平線や水平線の近くでは、大気中のちりの分散特性によって赤みが強く出ることにより、夕焼けや朝焼けの映像になる。

【0261】図18は、大気の色分散の特性と表現方法を示すもので、図18の(a)は赤シフトの一例である。

【0262】距離がある深さ以上の場合には、赤の領域を強調する。

【0263】ここでは、Zの閾値Z<sub>th</sub>を設定するようにしているが、段階的にZの大きさによって赤シフト量を増やす方法でも良い。

【0264】図18の(b)は青シフトの一例である。

【0265】距離がある深さ以上の場合には、青の領域を強調する。

【0266】ここでは、Zの閾値Z<sub>th</sub>を設定するようにしているが、段階的にZの大きさによって青シフト量を増やす方法でも良い。

【0267】これによって、この実施の形態では、自然な遠近感を後から付加できる。

【0268】一般に、風景写真などは、偏光フィルターを用いて遠方のコントラストや色を見た目以上に改善して撮影するが多いが、実際には、遠方の映像は品質が劣化している。

【0269】この実施の形態では、晴れた日、曇った日、夕方等のシミュレーションによって、映像の改善を簡単に行うことができる。

【0270】特に、深さ方向を取り込むことで、自然な表現が可能であり、他のぼけ状態との組み合わせにより楽しむことができる。

【0271】(第7の実施の形態)図19は、第7の実施の形態を示している。

【0272】この第7の実施の形態の基本的な概念や構成方法は、第1の実施の形態と同様であるが、データ入力手段の他の実施の形態を示す。

【0273】第1の実施の形態では、入力データはピクセル単位で深さ情報を持っていることとしたが、現時点では、通常のカメラと同様に深さと画像の両方を正確かつ高速に取れると共に、安価なカメラを構成することはそんなに容易では無く、高価であったり、取得に時間がかかったりする。

【0274】一般には、データ入力のために、アクティブ法とパッシブ法を用いる。

【0275】アクティブ法は、レーザーによる干渉測定や光切断法、モアレ法等であって、積極的に物体に光を当てて測定する方法であるため、測定が大掛かりになったり、画像情報と一緒に取るには時間がかかったりする。

【0276】パッシブ法はカメラに入ってくる画像を用いて測定する方法であって、ステレオ視や多眼視、位相差法等がある。

【0277】カメラとしては、パッシブ法の方が理想であるが、暗い場合には測定精度が落ちたり、映像によっては距離が一意的に決まらない等の問題がある。

【0278】図19の(a)は第7の実施の形態の1つの実施の形態である。

【0279】ここでは、ピクセル単位の深さ情報では無く、ある物体単位の距離情報を入力する場合であり、深さはピクセル単位でも良いし、あるまとまった領域単位でも良い。

【0280】この場合は人物10、木11、山12に分割し、それぞれ深さ情報を持つようにしているが、アクティブ法で測定する場合には、近い物体、比較的遠方の物体と背景を別々に、撮影して、物体単位の距離情報を入力しても良いし、測定の方法が、物体によって違って良い。

【0281】パッシブ法の場合にも同様であるが、物体単位でステレオマッチングのみでは算出できない場合に、色、テクスチャー等の複数の物理量から物体を判断する場合に重要なデータの準備手段である。

【0282】図19の(b)は、もつと簡略化した例である。

【0283】この場合には、アニメーションのように、あるまとまった物体単位で一つの深さ情報を割り当てる。

【0284】この例では、人物10、樹木11、山12、空39は、それぞれ板状として、Z1、Z2、Z3、Z4のように、物体単位で同一の情報を持つ。

【0285】これは、非常に簡略化した計測装置で深さを計測する場合や、計測画面上の複数点の場合に適用される。

【0286】また、計測はしないで、2次元の画像を、濃淡や色、またはユーザーの意図に沿った切り出しのみで物体をセグメンテーションする場合にも、深さ情報をあとで追加することにより、この実施の形態を実行するソフトウェアを適用することができる。

【0287】この場合、画面の切り出しと、物体単位の深さの設定とが、この実施の形態を実行するソフトウェアに含まれていても良い。

【0288】そして、上述したような実施の形態で示した本発明には、特許請求の範囲に示した請求項1乃至3以外に、以下の付記(1)乃至(26)として示するような発明が含まれている。

(註2) 100-207549 (P2000-207549A)

【0289】付記(1) 仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけに相当する効果を付加する画像処理装置であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む画像入力手段と、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するパラメータ入力手段と、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する合焦位置指定手段と、上記画像入力手段によつて入力された距離情報と、上記合焦位置指定手段によって指定された合焦位置と、上記パラメータ入力手段によって入力されたパラメータより、錯乱円を求める錯乱円演算手段と、上記錯乱円演算手段で求めた錯乱円の大きさに対応した範囲で、単位広がり関数(PSF)によりぼけ状態を求めるぼけ状態演算手段と、上記ぼけ状態演算手段で求めたぼけ状態に対応して、上記画像入力手段で入力した画像にぼけ効果を加える画像加工手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【0290】付記(2) 仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけ効果を付加する画像処理方法であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込むステップと、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するステップと、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定するステップと、上記入力された距離情報と、上記指定された合焦位置と、上記入力されたパラメータより、ぼけ状態を演算により求めるステップと、上記求めたぼけ状態に対応して、上記入力した画像にぼけ効果を加えるステップと、を具備することを特徴とする画像処理方法。

【0291】付記(3) 仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけに相当する効果を付加する画像処理方法であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込むステップと、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力するステップと、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定するステップと、上記入力された距離情報と、上記指定された合焦位置と、上記入力されたパラメータより、錯乱円を求めるステップと、上記求めた錯乱円の大きさに対応した範囲で、単位広がり関数(PSF)によりぼけ状態を演算により求めるぼけステップと、上記求めたぼけ状態に対応して、上記入力した画像にぼけ効果を加えるステップと、を具備することを特徴とする画像処理方法。

【0292】付記(4) 取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加する画像処理方法であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込むステップと、上記入力した画像に、遠方の距離情報をもつ画像の部分より順に、上書きで、ぼけ効果を付加するステップと、を具備することを特徴とする画像処理方法。

【0293】付記(5) 画像処理装置において、仮想

的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけ効果を付加するために記録されたコンピューターリーダブルプログラムの記録媒体であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む機能をコンピュータにもたらす第1のコンピューターリーダブルプログラム手段と、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力する機能をコンピュータにもたらす第2のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する機能をコンピュータにもたらす第3のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記入力された距離情報と、上記指定された合焦位置と、上記入力されたパラメータより、ぼけ状態を演算により求める機能をコンピュータにもたらす第4のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記求めたぼけ状態に対応して、上記入力した画像にぼけ効果を加える機能をコンピュータにもたらす第5のコンピューターリーダブルプログラム手段と、が記録されていることを特徴とする記録媒体。

【0294】付記(6) 画像処理装置において、仮想的な撮像光学系の特性を想定して、取り込んだ画像に対して合焦状態に応じたぼけに相当する効果を付加するために記録されたコンピューターリーダブルプログラムの記録媒体であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む機能をコンピュータにもたらす第1のコンピューターリーダブルプログラム手段と、想定された撮像光学系の有効径と焦点距離を導出可能なパラメータを入力する機能をコンピュータにもたらす第2のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記想定された撮像レンズの合焦位置を指定する機能をコンピュータにもたらす第3のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記入力された距離情報と、上記指定された合焦位置と、上記入力されたパラメータより、錯乱円を求める機能をコンピュータにもたらす第4のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記求めた錯乱円の大きさに対応した範囲で、単位広がり関数(PSF)によりぼけ状態を演算により求める機能をコンピュータにもたらす第5のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記求めたぼけ状態に対応して、上記入力した画像にぼけ効果を加える機能をコンピュータにもたらす第6のコンピューターリーダブルプログラム手段と、が記録されていることを特徴とする記録媒体。

【0295】付記(7) 画像処理装置において、取り込んだ画像に対してぼけ効果を付加するために記録されたコンピューターリーダブルプログラムの記録媒体であり、被写体の各部分までの距離情報を含んで画像情報を取り込む機能をコンピュータにもたらす第1のコンピューターリーダブルプログラム手段と、上記入力した画像に、遠方の距離情報をもつ画像の部分より順に、上書きで、ぼけ効果を付加する機能をコンピュータにもたらす

(註3) 100-207549 (P2000-207549A)

第2のコンピュータリダブルプログラム手段と、が記録されていることを特徴とする記録媒体。

【0296】付記(8) 深さ情報を含む画像データを入力する手段と、レンズの特性を表現するパラメータを設定する手段と、焦点距離、F値、画角、有効半径のうちの何れかを設定する手段と、焦点を合わせる距離を設定する手段と、これらの仮想的なカメラの設定値と、画像の深さ情報から、ぼけを含む画像の質感を表現を計算する手段と、この計算結果を画像メモリに記憶する手段を持つことを特徴とした画像処理装置。

【0297】付記(9) 2次元の画像の各ピクセル単位で深さ情報を持つ画像を入力する手段を構成ことを特徴とする付記(8)記載の画像処理装置。

【0298】(対応する発明の実施の形態)第1の実施形態に示す。

【0299】(作用・効果)実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0300】この仮想カメラは、自然な立体感やぼけ、質感の状態を、撮影条件の変化やレンズの特性を設定することで可能となる。

【0301】付記(10) ぼけ関数は、レンズの焦点距離と、F値または口径と、焦点を合わせる距離と、画像の深さ情報からピクセル単位で計算される単位広がり関数(PSF)であることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0302】付記(11) ぼけ関数は関数形が可変であり、焦点の位置と、計算する物体の距離によって決定される凹関数、または凸関数であることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0303】(対応する発明の実施の形態)第1の実施形態に示す。

【0304】(作用・効果)実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0305】この仮想カメラは、自然な立体感やぼけ、質感の状態を表現するとともに、理想的な質感や、人工的な質感を、撮影条件の変化やレンズの特性を設定することで可能となる。

【0306】付記(12) ユーザーはF値とユーザーが指定する焦点の位置をボリュームによって自由に可変でき、入力した画像を間引いた粗い画像を用いた計算結果を表示することによって、対話形式で確認可能なパラメータ設定を持つことを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0307】(対応する発明の実施の形態)第1の実施形態に示す。

【0308】(作用・効果)実写した深さ情報を取り込

んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0309】この仮想カメラは、焦点を合わせたい距離をある程度の結果を見ながら対話形式で設定することが可能となる。

【0310】付記(13) ユーザーが画面の位置を指定することで、その画面の深さ情報を用いて焦点の位置を決定することを特徴とした付記(8)、(12)記載の画像処理装置。

【0311】付記(14) ユーザーが指定する画面上の焦点の位置を指定しながら、F値をボリュームによって自由に可変し、入力した画像を間引いた粗い画像を用いた計算結果を表示することによって、対話形式でピントの位置と、F値の指定を確認可能なパラメータ設定を持つことを特徴とした付記(8)、(13)記載の画像処理装置。

【0312】付記(15) ユーザーはF値の変更によってズーム倍率を可変できることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0313】付記(16) ズーム倍率を設定する際、まず、ズームの中心点と、焦点を合わせる場所を設定し、ズームの中心座標と、その点の深さ情報を用いて、画面上の拡大と、ぼけ状態を計算するか、あるいは、対話形式でパラメータを決定することを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0314】(対応する発明の実施の形態)第2の実施形態に示す。

【0315】(作用・効果)実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0316】この仮想カメラは、焦点を合わせたい場所を設定するのみで、その位置に焦点を合わせ、その他の立体感や質感を成程度の結果を見ながら対話形式で設定することが可能となる。

【0317】付記(17) ズーム倍率を設定する際、表示倍率は可変しないで拡大表示されるであろう領域の外枠を表示することを特徴とした付記(16)記載の画像処理装置。

【0318】付記(18) ユーザーが指定するズームの中心座標をもとに、画面を拡大し、画面上の焦点の位置を指定して、ピントの位置を決め、F値をボリュームによって自由に可変し、入力した画像を間引いた粗い画像を用いた計算結果を表示することによって、対話形式で画角の中心位置と、ズーム倍率、F値の指定を確認可能なパラメータ設定を持つことを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0319】(対応する発明の実施の形態)第3の実施形態に示す。

(頁4) 100-207549 (P2000-207549A)

【0320】(作用・効果) 実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0321】この仮想カメラは、焦点を合わせたい場所を設定し、かつズーム倍率を設定するのみで、その位置に焦点を合わせてズームングができ、その他の立体感や質感をある程度の結果を見ながら対話形式で設定することが可能となる。

【0322】(付記19) 画像の中心からの距離と方位によって変化するコマ収差の影響を取り入れて、ぼけ状態を表現することを特徴とする付記(8)記載の画像処理装置。

【0323】(付記20) コマ収差のために、錯乱円の半径の中心位置を、画像の中心位置からの距離に応じてずらしたぼけ関数により、非対称な点広がり関数を求めることを特徴とする付記(8)、(19)記載の画像処理装置。

【0324】(対応する発明の実施の形態) 第4の実施形態に示す。

【0325】(作用・効果) 実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0326】この仮想カメラは、コマ収差の影響を取り入れることが可能となり、人間の眼に似た画像の質感が仮想カメラによって得られる特徴を持つ。

【0327】(付記21) 色収差の影響を取り入れることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0328】(付記22) 対称的な $d$ の半径の点広がり関数のうち、 $d$ からある範囲 $d-\Delta$ を色収差影響領域として考え、赤色収差、または、青色収差を組み込むことを特徴とした付記(8)、(21)記載の画像処理装置。

【0329】(対応する発明の実施の形態) 第5の実施形態に示す。

【0330】(作用・効果) 実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0331】この仮想カメラは、色収差の影響を取り入れることが可能となり、周辺部が赤みを帯びたり、青みを帯びる人間の感覚を持つ画像の質感が仮想カメラによって得られる特徴を持つ。

【0332】(付記23) 大気中の色のシフトの影響を取り入れることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0333】(付記24) ある距離以上の色特性を、青領域、または赤領域を強調するか、または赤領域、または青領域を減衰させることを特徴とした付記(8)、

(23)記載の画像処理装置。

【0334】(対応する発明の実施の形態) 第6の実施形態に示す。

【0335】(作用・効果) 実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0336】この仮想カメラは、大気中の色分散の影響を取り入れることが可能となり、遠方が青みを帯びたり、地平線の近傍が赤みを帯びるという、自然界の感覚を持つ画像の質感が仮想カメラによって得られる特徴を持つ。

【0337】(付記25) 各物体単位で、各ピクセルまたは領域単位での深さ情報と画像情報を、まとめた単位として入力する手段を持つことを特徴とする付記(8)記載の画像処理装置。

【0338】(付記26) 入力画像が、ピクセル単位では無く、あるまとまったオブジェクト単位で、一定の距離を持ったオブジェクトの集合であることを特徴とした付記(8)記載の画像処理装置。

【0339】(対応する発明の実施の形態) 第7の実施形態に示す。

【0340】(作用・効果) 実写した深さ情報を取り込んだ画像データのみを入力し、あとは設定したレンズの情報と、合わせたい焦点の位置のみで、仮想カメラを構成できる。

【0341】この仮想カメラへの入力は、通常の2次元画像を用いて加工して作製した画像や、簡易的に得られた3次元計測画像、3Dオーサリングツールによって得られた画像、アニメーション画像等の画像に本発明の処理が与えられる。

【0342】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、入力した画像の所望の部分を含焦状態とし、他の部分に距離に対応した所望のぼけを加えることができる。

【0343】これにより、例えば、コンパクトカメラで撮影したような、画面のすべてで合焦しているような画像も、高級な一眼レフカメラで撮影したような、ぼけの感覚を生かした画像に加工することができる。

【0344】また、仮想的な光学系を想定しているの、ぼけも不自然でない。

【0345】さらに、合焦位置を自由に指定できるので、遠景をぼかせたり、近景をぼかせたりが自在にできる。

【0346】また、任意の仮想光学系でのぼけが再現できる。

【0347】請求項2に記載の発明によれば、ぼけを付加する処理における「かぶり」の問題を解決することができる。

【0348】請求項3に記載の発明によれば、画面の一



(特 5) 100-207549 (P2000-207549A)

部でぼけの効果を確認してから、画面全体にぼけを付加する処理に移れるので、効率が良い。

【0349】したがって、以上説明したように、本発明によれば、従来の課題を解決して、仮想カメラとしてのデジタルカメラの質感向上の実用化を可能とすることにより、ぼけ等の質感を効果的に付加し得るデジタルカメラシステムの実現に寄与可能な画像処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の基本技術の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】図2は、レンズの焦点位置よりも前にある物体の結像状態を示す図である。

【図3】図3の(a)は、(5)式の関係を実際に計算し、数値化して示す図であり、図3の(b)は、(5)式の計算結果をグラフ化して示す図である。

【図4】図4の(a)は、(8)式の関係を実際に計算し、数値化して示す図であり、図4の(b)は、(8)式の計算結果をグラフ化して示す図である。

【図5】図5は、レンズの焦点位置よりも遠方にある物体の結像状態を示す図である。

【図6】図6は、実際のぼけの状態として、図3の(a)、(b)及び図4の(a)、(b)が組み合わさった状態で現れる様子を示す図である。

【図7】図7は、PSF特性の説明図を示し、図7の(a)はZfよりも近い場合のZfo面でのPSFであり、図7の(b)はZfよりも遠方の像が作るPSFである。

【図8】図8は、本発明の第1の実施の形態による実際の処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】図9は、図8のステップ(S5)の実際の画像の変換処理をピクセル単位で計算する場合の一例としての手順を示すフローチャートである。

【図10】図10の(a)は、本発明の第1の実施の形態によっても残されている課題の一つとして示す処理の順番による物体間の「かぶり」であり、図10の(b)は、この「かぶり」の解決の手段を示しており、図10の(c)は、他の解決手段を示している。

【図11】図11から図13は、第1の実施の形態における具体的な処理について説明するために示している図であり、図11の(a)は最初にレンズの特性を設定する画面を例示する図であり、図11の(b)は収差を設定する画面であり、図11の(c)は、ぼけ関数、すな

わち、錯乱円内の単位広がり関数(Point Spread Function)の形を設定する機能を示す図である。

【図12】図12は、図8に示した仮想カメラのパラメータ設定(ステップS3)と焦点位置設定(ステップS4)を示す図である。

【図13】図13は、最終的に決定したパラメータによって得られた最終映像を例示する図である。

【図14】図14は、第2の実施の形態を示す図である。

【図15】図15は、第3の実施の形態を示す図である。

【図16】図16は、第4の実施の形態を示す図であり、図16の(a)はコマ収差の特性と表現方法の一例を示す図であり、図16の(b)は他の例としてより簡略化した例を示す図である。

【図17】図17は、第5の実施の形態を示す図であり、図17の(a)は青色を強調する例として錯乱円37の半径dで決まるぼけ関数の大きさを示す図であり、図17の(b)は赤色を強調する例を示す図である。

【図18】図18は、第6の実施の形態として大気の色分散の特性と表現方法を示すもので、図18の(a)は赤シフトの一例であり、図18の(b)は青シフトの一例である。

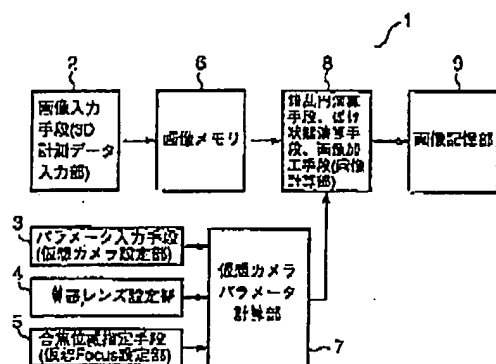
【図19】図19は、第7の実施の形態を示す図であり、図19の(a)は一例としてピクセル単位の深さ情報では無く、ある物体単位の距離情報を入力する場合であり、図19の(b)は、さらに簡略化した例としてあるまとまった物体単位で一つの深さ情報を割り当てる例で、物体単位で同一の情報を持つようになされている場合である。

【符号の説明】

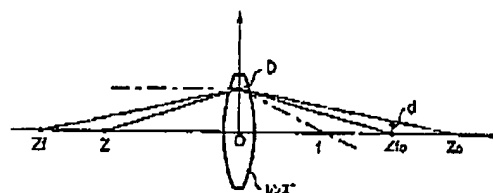
- 1…入出力処理部、
- 2…画像入力手段(3次元(D)計測データ入力部)、
- 3…パラメータ入力手段(仮想カメラ設定部)、
- 4…質感やレンズの設定部、
- 5…合焦位置指定手段(仮想フォーカス設定部)、
- 6…画像メモリ、
- 7…仮想カメラパラメータ変換計算部、
- 8…錯乱円演算手段、ぼけ状態演算手段、画像加工手段(画像計算部)、
- 9…画像(記録)記憶装置。

( 特 許 ) 00-207549 ( P2000-207549A )

【図1】



【図2】



【図3】

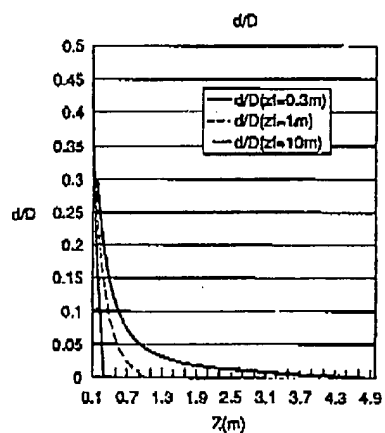
Z(m)	d/D(Zl=0.3m)	d/D(Zl=1m)	d/D(Zl=10m)
0.1	0.4	0.47	0.49
0.2	0.1	0.21	0.24
0.4	0	0.078	0.12
0.6		0.035	0.078
1m			0.045
1.2m			0.037
1.5m			0.028
2m			0.022

(a)

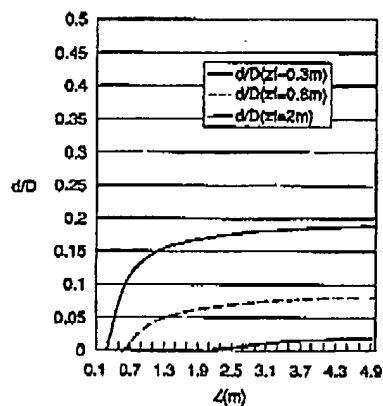
【図4】

Z(m)	d/D(Zl=0.3m)	d/D(Zl=0.5m)	d/D(Zl=2m)
0.2			
0.4	0.05		
0.6	0.10		
0.8	0.125	0.022	
1	0.140	0.383	
1.3	0.153	0.0489	
1.6	0.163	0.0570	
2.0	0.170	0.0630	
2.5	0.178	0.0690	0.0051
3	0.180	0.0727	0.0085

(a)

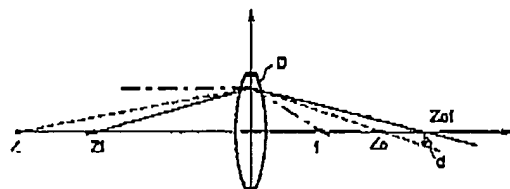


(b)



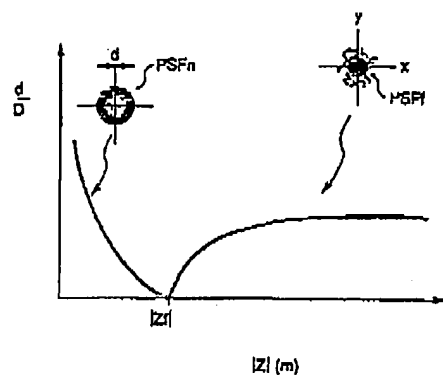
(b)

【図5】

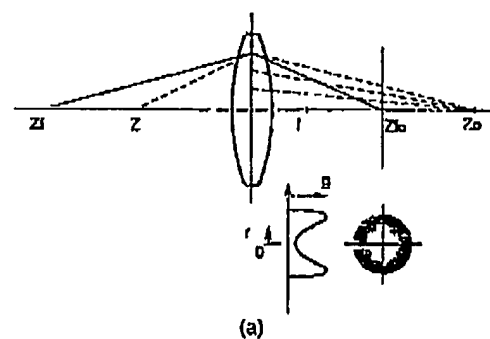


(47) 00-207549 (P2000-207549A)

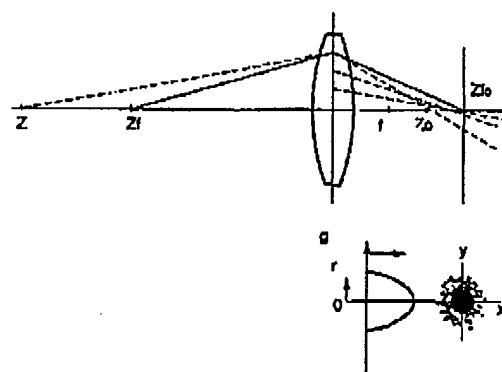
【図6】



【図7】

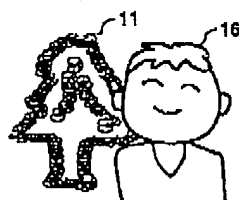


(a)



(b)

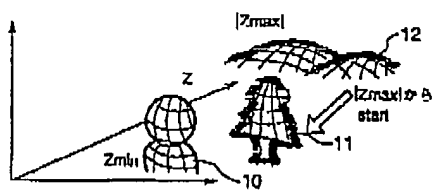
【図10】



(a)

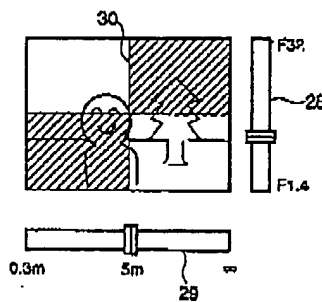


(b) object単位で|Z|の大きな物体から処理

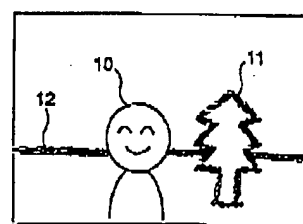


(c)

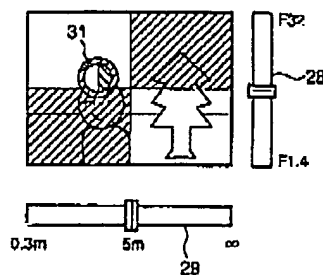
【図12】



【図13】

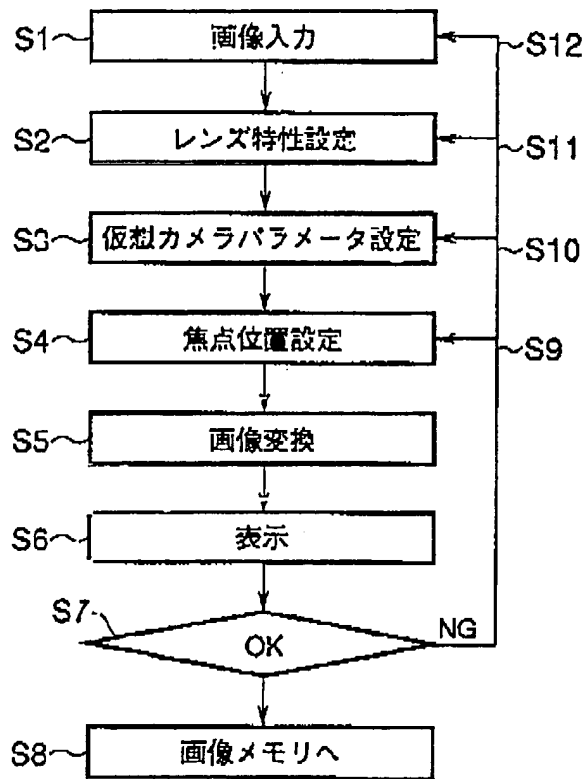


【図14】

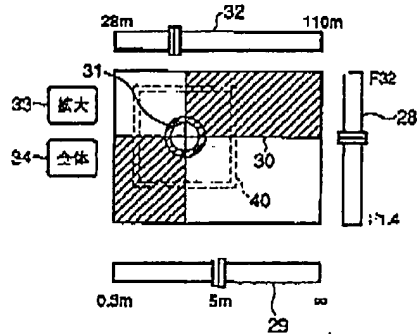


( 8 ) 100-207549 ( P2000-207549A )

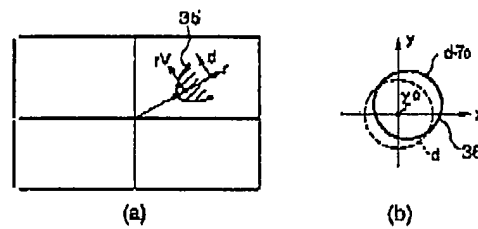
【図8】



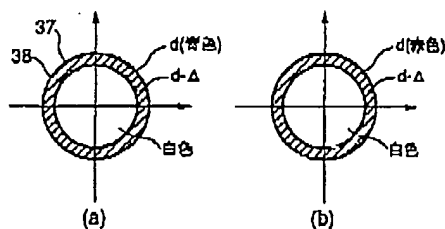
【図15】



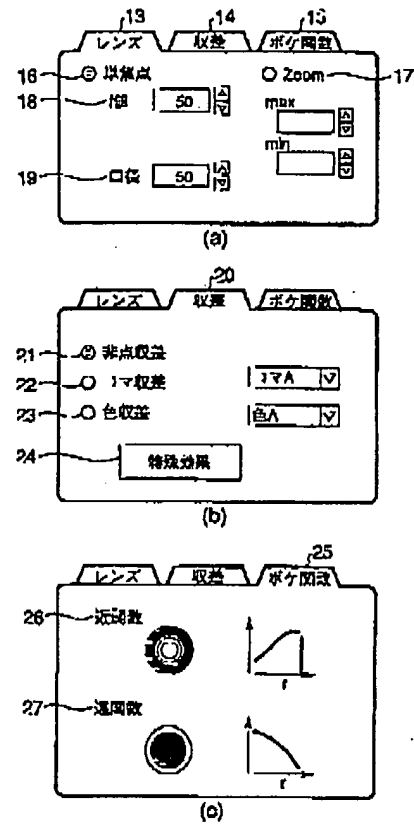
【図16】



【図17】

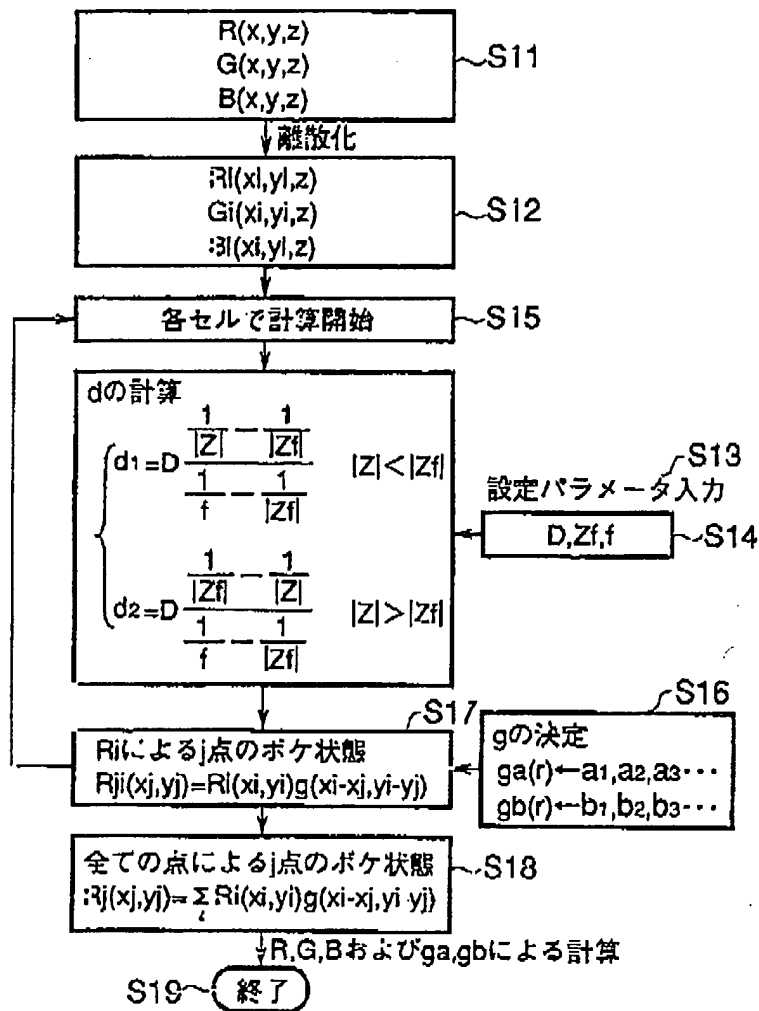


【図11】

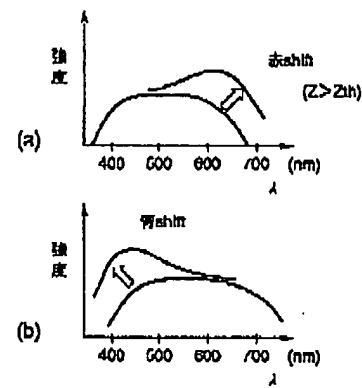


( 電 9 ) 100-207549 ( P2000-207549A )

【図9】



【図18】



(20) 00-207549 (P2000-207549A)

【図19】

